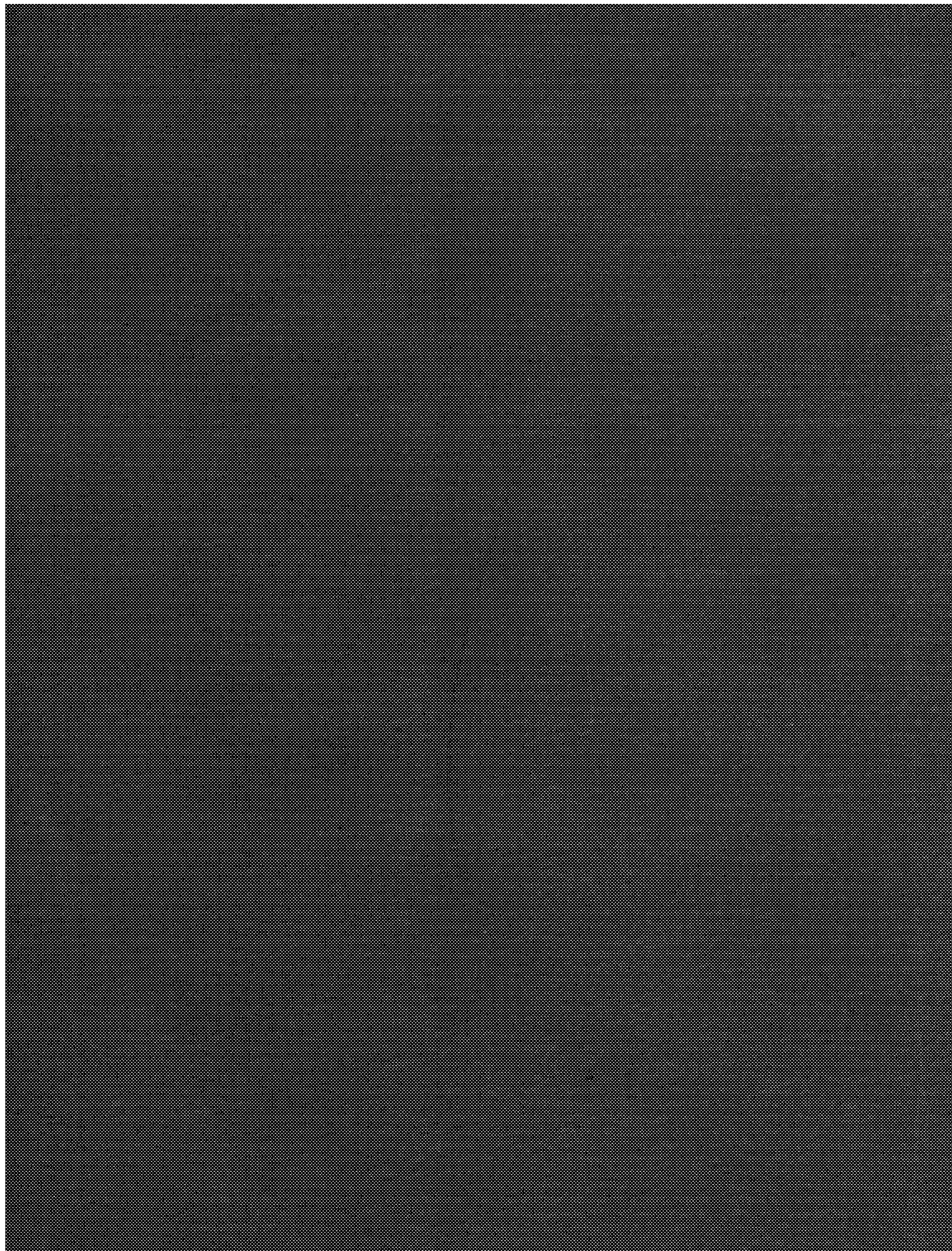

3050



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-QUATORZIÈME.

JANVIER — JUIN 1882.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1882

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1882.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Messieurs :

Section Ire. — *Géométrie.*

Hermite (Charles) (O. ✵).
Serret (Joseph-Alfred) (O. ✵).
Bonnet (Pierre-Ossian) (O. ✵).
Puiseux (Victor-Alexandre) (O. ✵).
Bouquet (Jean-Claude) ✵.
Jordan (Marie-Ennemond-Camille) ✵.

Section II. — *Mécanique.*

Saint-Venant (Adhémar-Jean-Claude Barré de) (O. ✵).
Phillips (Édouard) ✵.
Rolland (Eugène) (G. O. ✵).
Tresca (Henri-Édouard) (O. ✵).
Resal (Henry-Amé) ✵.
Bresse (Jacques-Antoine-Charles) (O. ✵).

Section III. — *Astronomie.*

Liouville (Joseph) (C. ✵).
Faye (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✵).
Janssen (Pierre-Jules-César) (O. ✵).
Loewy (Maurice) (O. ✵).
Mouchez (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✵).
Tisserand (François-Félix) ✵.

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

Paris (Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✵).
Jurien de la Gravière (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
Dupuy de Lôme (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
Abbadie (Antoine-Thompson d') ✵.
Yvon Villarceau (Antoine-Joseph-François) O. ✵.
Perrier (Lieutenant-Colonel François) (O ✵).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✻)
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
FREMY (Edmond) (C. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (G. O. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
DEBRAY (Jules-Henri) ✻.
FRIEDEL (Charles) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) (O. ✻).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (C. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (C. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse-Milne) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
MAREY (Étienne-Jules) ✻.
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✵.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✵).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) (O. ✵).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✵).
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✵).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✵).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✵).
LALANNE (Léon-Louis-Chrétien) (G. O. ✵).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✵, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève.
S. M. Don PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✵), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✵), à Glascow.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin.
KRONECKER (Léopold), à Berlin.
SPOTTISWOODE (William) (O. ✵), à Londres.
BRIOSCHI (François), à Milan.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ✻), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
ROCHE (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
OPPOLZER (Théodore D') (O. ✻), à Vienne.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo), à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
DE LA RUE (Warren) (C. ✻), à Londres.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LÜTKE (Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
SABINE (Général Edward), à Londres.
NORDENSKIOLD (Nils-Adolf-Erik), à Stockholm.
CIALDI (Alexandre), à Rome.

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ✻), à Berlin.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert) (C. ✻), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
BILLET (F.), à Dijon.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ✻), à Bordeaux.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) , à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) ✻, à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ✻, à Bruxelles.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard) ✻, à Berne.
LORY (Charles) ✻, à Grenoble.
CAILLETET (Louis-Paul) ✻, à Châtillon-sur-Seine.
SMITH (J. Lawrence) ✻, à Louisville (Kentucky).
ABICH (Guillaume-Germain), à Vienne.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
SELLA (Quintino), à Rome.

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
DUVAL-JOUVE (Joseph) ✻, à Montpellier.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
DARWIN (Charles-Robert), à Down, Beckenham (Kent), Angleterre.
HEER (Oswald), à Zurich.
CLOS (Dominique), à Toulouse.

Section IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertforshire).
MAC CORMIK, à Chicago (Illinois).
GASPARIN (Paul-Joseph de) ✻, à Orange.
N. . . . .

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) (O. ✵), à Montpellier.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✵), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✵), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✵, à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
SCHWANN (Théodore), à Liège.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL (Edm).
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1881.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JANVIER 1882

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1882, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Blanchard	obtient.	43	suffrages
M. Bouley	»	4	»
M. Cahours	»	1	»
M. Duchartre	»	1	»
M. Friedel	»	1	»

M. **Blanchard**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1882.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1882, et qui doivent être choisis, l'un dans les

Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Decaisne** et **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de cette Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Wurtz** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1882.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le Tome XC (1er semestre 1880) et le Tome XCI (2e semestre 1880) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1881 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Tables générales des Mémoires de l'Académie, Tomes I à XIV, 1re série; Tomes I à XL, 2e série. — Ces Tables sont divisées par ordre de Volumes, par noms d'auteurs et par ordre de matières.

Tables générales des Mémoires présentés par divers savants à l'Académie, Tomes I et II, 1re série; Tomes I à XXV, 2e série. — Ces Tables sont divisées comme les précédentes.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLII a cinquante feuilles tirées. Les feuilles *b* à *j* renferment les éloges de Belgrand et de Regnault. Le Mémoire n° 1 est de MM. Becquerel; il forme sept feuilles et porte pour titre : « Sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36m de profondeur, etc.; recherches effectuées pendant l'année 1878 ». Le Mémoire n° 2 est de M. de Lacaze-Duthiers; il est intitulé : « Histoire de la *Laura Gerardiæ* », et forme vingt feuilles. Les huit Planches gravées qui

l'accompagnent sont terminées, ainsi que la mise en pages de l'explication des figures. Le Mémoire n° 3 est de MM. Becquerel; il forme sept feuilles et fait suite, pour l'année 1879, au Mémoire n° 1. Le Mémoire n° 4, relatif à la vision des couleurs, est de M. Chevreul. Les feuilles 1 à 17 et 19 à 22 de ce Mémoire sont tirées, les feuilles 23 à 27 sont bonnes à tirer, et les feuilles 28 et suivantes sont en correction. Les dix-sept Planches de ce travail sont en cours d'exécution. Le Mémoire n° 5 fait suite aux Mémoires nos 1 et 3 de MM. Becquerel, et concerne les études sur la température de l'air pour 1880; il forme huit feuilles bonnes à tirer.

Le Tome XLIII est réservé au Mémoire de M. Yvon Villarceau « Sur l'établissement des arches de pont ». Ce Mémoire a vingt-trois feuilles tirées, dix-sept de texte et six de Table; deux feuilles de Table sont en correction. On compose la suite du Mémoire. Les deux Planches qui l'accompagnent sont bonnes à tirer.

Documents relatifs au passage de Vénus. — Le Tome III de cette collection est divisé, comme les précédents Volumes, en deux Parties. La *première Partie* renferme les Rapports de M. Bouquet de la Grye et de M. Hatt sur l'expédition de l'île Campbell. Vingt-cinq feuilles de ce Mémoire sont bonnes à tirer, trois feuilles sont en épreuves; la fin du Mémoire est en composition. Ses Planches sont tirées. Le travail qui doit suivre est de M. H. Filhol; le manuscrit sera sous peu de jours entre les mains de l'imprimeur. On a commencé l'exécution des Planches.

La *seconde Partie* est destinée aux mesures micrométriques des épreuves photographiques. Les fascicules A à E sont terminés. Le fascicule F a seul subi quelque retard; il sera achevé sous peu de temps.

Mémoires des Savants étrangers. — Soixante-cinq feuilles du Tome XXVII sont tirées. Le Mémoire n° 1, sur le rabotage des métaux, par M. Tresca, forme vingt-quatre feuilles; le Mémoire n° 2, de M. G. Darboux, sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre, forme trente et une feuilles; le Mémoire n° 3, sur les vibrations calorifiques des solides homogènes, par M. F. Lucas, forme deux feuilles; le Mémoire n° 4, de M. Haton de la Goupillière, intitulé : « Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant eu égard aux résistances passives », forme quatre feuilles; enfin, le Mémoire de M. Stanislas Meunier (n° 5), sur le mode de formation de divers minéraux météoriques, forme quatre feuilles. Ce volume sera bientôt complété par l'adjonction d'un dernier Mémoire.

Le Tome XXVIII contient, sous le n° 1, un Mémoire de M. Halphen sur

la réduction des équations différentielles linéaires aux formes intégrables. Douze feuilles de ce Mémoire sont tirées; les placards 49 à 68 sont bons à mettre en pages, la fin est en composition; le Mémoire n° 2 est intitulé : « Expériences sur le réservoir du Furens »; il est de M. Graeff et a quatre feuilles bonnes à tirer; l'impression continue. Les dix Planches de ce travail sont gravées. Le Mémoire n° 3 forme six feuilles bonnes à tirer; il est de M. Codazzi et porte pour titre : « Mémoire relatif à l'application des surfaces les unes sur les autres ».

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1881.

Membres décédés.

Section de Minéralogie : M. **Delesse**, décédé le 24 mars; M. **H. Sainte-Claire Deville**, décédé le 1er juillet.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Bouillaud**, décédé le 29 octobre.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Jordan**, le 4 avril, en remplacement de M. Chasles.

Section de Minéralogie : M. **Fouqué**, le 13 juin, en remplacement de M. Delesse.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **H. Sainte-Claire Deville**, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Bouillaud**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1881.

Correspondants décédés.

Section d'Economie rurale : M. **Kuhlmann**, à Lille, le 27 janvier; M. **Is. Pierre**, à Caen, le 7 novembre.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Gould**, à Cordoba, le 3 janvier, en remplacement de M. Peters, décédé.

Section de Botanique : M. **Heer**, à Zurich, le 24 janvier, en remplacement de M. Schimper, décédé; M. **Clos**, à Toulouse, le 31 janvier, en remplacement de M. Godron, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **de Gasparin**, à Orange, le 9 mai, en remplacement de M. Kuhlmann, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Économie rurale : M. **Is. Pierre**, à Caen, le 7 novembre 1881.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le juillet 1879; M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880.

M. le Président s'est exprimé ensuite dans les termes suivants :

« En quittant le fauteuil, il me reste à remplir un dernier devoir, c'est de remercier mes confrères de m'y avoir porté. Les habitudes de discussion courtoise et les sentiments de bonne confraternité qui règnent ici ont rendu ma tâche facile. Je me suis efforcé de la remplir de mon mieux, et je garderai de votre bienveillance à mon égard un souvenir reconnaissant. Grâce à vous, l'année qui vient de s'écouler comptera parmi les plus belles de ma vie, car l'honneur d'avoir été Président de l'Académie des Sciences ne sera jamais ni dépassé ni oublié.

» Je prie notre confrère M. Jamin de prendre le fauteuil. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1882, signale les améliorations qui ont été introduites dans ce Volume.

« Pour la partie astronomique, M. Lœwy a ajouté un Tableau complet des comètes de la dernière décade (depuis 1870). Chaque comète a sa monographie donnant l'histoire de son apparition, les meilleurs éléments de son orbite, l'indication des pièces où il faut puiser pour trouver les observations originales. Ce travail intéressant comble une lacune dans les publications astronomiques; il sera étendu aux décades futures et, s'il est possible, aux antérieures, de manière à mettre sous les yeux du curieux ou du savant tout ce qu'il importe de colliger sur ces astres remarquables.

» M. Berthelot a remanié et complété les importantes données numériques

de Thermochimie dont il a enrichi les Volumes précédents. L'*Annuaire* est le seul Recueil qui puisse aujourd'hui offrir aux physiciens et aux chimistes les tableaux complets et actuels de cette Science nouvelle.

» Les Notices scientifiques ont été rédigées par MM. Faye, Tisserand, Janssen.

» M. Faye a donné un aperçu historique sur les développements de l'Astronomie. Cette Notice se termine par un Tableau en trois colonnes où l'on suit d'âge en âge les progrès corrélatifs de la conquête du globe, de la Science astronomique et de l'idée de l'univers.

» M. Tisserand a résumé dans un travail complet tout ce qu'on sait aujourd'hui sur les planètes intra-mercurielles, dont la recherche, vaine jusqu'ici, a reçu de Le Verrier une si vive impulsion.

» M. Janssen a donné quelques pages sur la belle comète de l'été dernier et y a adjoint un *fac-simile* de la photographie qu'il a réussi à en obtenir à l'Observatoire de Meudon. C'est le premier exemple de l'application de la Photographie à ces astres. L'épreuve, malgré l'extrême sensibilité du procédé au gélatinobromure, n'a pas exigé moins de trois heures d'exposition. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la correction des boussoles et sur le récent « Traité de la régulation et de la compensation des compas » de M.* Collet. Note de M. FAYE.

« Ce qui nuit d'ordinaire aux solutions nouvelles qu'on propose pour les problèmes de navigation, c'est que leurs auteurs oublient presque toujours les conditions pratiques où les marins se trouvent placés. C'est ainsi que la solution générale du problème de la déviation des compas, que Poisson a donnée, il y a plus d'un demi-siècle, et que le Bureau des Longitudes a publiée dans la *Connaissance des Temps*, est restée longtemps lettre morte, jusqu'à ce que d'habiles ingénieurs anglais eussent donné aux formules du géomètre français une forme plus convenable pour la pratique. Il faut bien reconnaître que, si l'on impose aux marins des calculs, même fort simples, pour corriger les indications d'un instrument qu'ils doivent lire à tout instant, on est accusé avec raison de n'être pas pratique. Les choses sont poussées aujourd'hui, en ce sens, à un degré presque incroyable, pour les hommes de cabinet.

» C'est pour cela que, en fait de compas, tous les efforts des hommes bien au courant de ces conditions ont toujours tendu à remplacer les Tables de correction, basées sur la théorie de Poisson, par un système pe compensation tout mécanique des masses de fer du bord, à l'aide de masses ad-

ditionnelles de fer doux ou aimanté. La question est alors de placer près de la boussole des sphères de fer doux, des barreaux aimantés horizontaux ou verticaux, disposés de manière à contre-balancer l'action du fer du navire, de telle sorte que les indications de la boussole puissent servir immédiatement sans qu'on ait besoin d'y appliquer une correction numérique quelconque.

» Ce procédé, si bien adapté aux exigences journalières de la pratique, m'a toujours paru devoir être rejeté, d'abord parce qu'il inspire une confiance dangereuse, ensuite parce qu'il ne s'applique qu'à des voyages de peu d'étendue. Lorsqu'on passe d'une région magnétique à une autre, le système compensateur doit être changé. Or de pareilles opérations en mer, sous la pression des circonstances, me semblent bien délicates, tandis que la table numérique de corrections reçoit bien aisément, à tête reposée, les modifications nécessaires.

» Je regrette de n'avoir pas indiqué, dans mon *Astronomie nautique*, un moyen bien simple d'éviter tout calcul et de faire marquer à une boussole, tout aussi bien que si elle était munie de son attirail de correcteurs, les azimuts magnétiques vrais.

» Ce moyen consiste à faire provision de feuilles de papier circulaires sur lesquelles on aurait imprimé une graduation en parties égales visible seulement de très près. Sur l'une de ces feuilles, on referait la graduation en parties inégales, d'une manière très visible, au moyen de la table de correction, et on collerait cette feuille sur la rose de la boussole. C'est le procédé que les artistes emploient pour corriger, au moyen d'une courbe d'erreur, les opérations d'une machine à diviser.

» Si le navire venait à changer assez de région magnétique pour avoir besoin de corrections nouvelles, le calcul de celles-ci serait très rapide et on en serait quitte pour remplacer, sur la rose, l'ancienne feuille par une nouvelle qu'on pourrait même préparer quelque temps d'avance.

» Mais, bien que mon opinion sur ce point n'ait pas varié, je dois reconnaître que les inventions récentes de sir W. Thomson ont produit un grand effet et lancé les esprits dans une autre voie. La nouvelle boussole, le déflecteur, analogue de l'alidade déviatrice de M. Fournier, et le système d'aimants et de sphères de fer doux compensateurs de notre illustre associé étranger ont été accueillis partout avec une sorte d'enthousiasme.

» Les marins que j'ai consultés à ce sujet sont unanimes. C'est, disent-ils, le dernier mot sur la question; c'est la solution définitive du problème, même sur nos vaisseaux de guerre où les déviations du compas menaçaient de mettre ce précieux instrument presque hors d'usage. Il était donc bien

à désirer qu'un traité complet de toute cette importante matière fût publié, pour répandre parmi les navigateurs les méthodes nouvelles. C'est ce que M. Collet, lieutenant de vaisseau et répétiteur de Géodésie à l'École Polytechnique, vient de faire dans l'excellent volume, à la fois théorique et pratique, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Je ne doute pas qu'il ne m'excuse d'avoir, sur un point spécial, marqué un dissentiment que je crois devoir maintenir, contre de hautes autorités, jusqu'à ce que l'expérience de longs voyages ait prononcé. »

ETHNOLOGIE. — *Craniologie des races mongoliques et blanches.* Note de MM. **A. de Quatrefages** et **E. Hamy**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de M. Hamy et au mien, ainsi qu'au nom des éditeurs, MM. Baillière, la dixième et dernière Livraison des *Crania Ethnica*. Avant d'en rendre compte, je crois utile de présenter quelques observations.

» La part faite aux différentes races dans notre Livre est fort inégale. Un tiers environ du volume est consacré à la description des têtes fossiles. L'importance des questions que soulevait, il y a huit ans, cette étude, encore assez récente, explique suffisamment cette manière d'agir.

» En traitant les races nègres, nous nous sommes peut-être trop laissé entraîner par l'intérêt du sujet et le désir de faire connaître un grand nombre de matériaux inédits, dont la plupart font partie des collections du Muséum. Par suite, nous avons dû réunir dans une seule livraison tout ce qui est relatif aux races jaunes ou mongoliques et aux races blanches ou caucasiques.

» Cette inégalité du texte est compensée en partie par la manière dont nous avons condensé les résultats numériques dans les notes placées au bas des pages, et surtout par les très nombreuses figures disséminées dans l'ouvrage ou réunies dans l'atlas. Grâce à l'intelligente libéralité des éditeurs, les premières sont au nombre de 483, et l'atlas en compte 266 de grandeur naturelle ou de demi-grandeur. La répartition de ces figures avait été arrêtée d'avance, et il avait été fait à chaque race une part proportionnée à son importance. Toutes ont été diagraphées avec le plus grand soin. Elles représentent donc les objets en projection, de sorte qu'on peut prendre sur elles des mesures aussi exactes que sur les objets eux-mêmes. Ajoutons que celles qui font partie de l'atlas ont été dessinées sur pierre, par M. Formant, avec autant d'exactitude que de talent artistique. En cas de

besoin, elles suppléeront très utilement à ce qui peut manquer dans le texte.

» Nous ne saurions donner dans ce résumé une idée, même abrégée, de tous les groupes jaunes et blancs dont nous avons abordé l'histoire craniologique. Nous nous bornerons à caractériser brièvement la tête mongolique, et à insister pour le reste sur la variation des rapports entre les trois principaux diamètres craniens, rapports dont nos études nous ont fait sentir de plus en plus l'importance.

» Les races nègres, qui nous ont occupés jusqu'ici, sont essentiellement dolichocéphales, c'est-à-dire que leur tête est allongée d'avant en arrière. Les races jaunes ou mongoliques sont caractérisées, au contraire, en très grande majorité, par une brachycéphalie plus ou moins accentuée, c'est-à-dire que leur tête est relativement raccourcie et élargie. Toutefois, une seule d'entre elles, la race mongole proprement dite, qui occupe les régions centrales de l'Asie, présente tous les attributs de cette forme de tête. Elle semble constituer une sorte de centre d'où rayonnent en divers sens des groupes géographiquement et ethnologiquement distincts, dont le crâne s'allonge progressivement pour aboutir à la dolichocéphalie vraie.

» M. Huxley a décrit un crâne mongol dont la provenance n'est malheureusement pas bien précisée, mais qui exagère tous les caractères de ce groupe, de manière à constituer un des extrêmes de la morphologie cranienne. C'est le crâne le plus brachycéphale connu. Il ne présente aucune trace de déformation, et son indice horizontal ne s'en élève pas moins à 98,21, c'est-à-dire que le diamètre transversal est, à bien peu près, égal au diamètre antéro-postérieur. En revanche, l'indice vertical descend à 72,02, c'est-à-dire que la voûte cranienne est remarquablement surbaissée.

» L'exagération même de ces caractères devait nous faire préférer comme type une pièce se rapprochant davantage de la moyenne, tout en accentuant nettement les caractères de la race. Une tête donnée au Muséum par M. le Dr Ernest Martin présentait cet avantage; elle figure dans notre atlas.

» Dans cette tête, au-dessus d'arcs sourcillers médiocrement saillants, le front s'élève obliquement jusqu'à la région moyenne du frontal. Là la voûte s'aplatit et forme une large surface à peine convexe, qui se prolonge sur les pariétaux bien au delà de la suture. La courbe générale s'infléchit ensuite et se continue d'une manière régulière jusqu'à la suture lambdoïde, où elle se redresse et descend presque en ligne droite jusqu'à la crête occipitale. Enfin une inflexion brusque ramène en avant la portion cérébelleuse de l'occipital, fortement renflée dans sa région moyenne. Les parties

latérales du crâne sont également renflées, et la tête, vue de face, présente d'un côté à l'autre une courbe régulière à peine ondulée. Les indices horizontal et vertical traduisent fort bien l'ensemble de ces dispositions. Le premier s'élève à 85,14; le second descend à 72,00.

» La face s'harmonise fort bien avec le crâne bas et transversalement dilaté, dont je viens d'indiquer les caractères. D'énormes maxillaires supérieurs, des molaires à l'ossature grossière, aux pommettes anguleuses lui donnent une largeur considérable. Les premiers, courbés à angle droit sur leur bord supérieur interne, donnent à la moitié inférieure de l'orbite la saillie caractéristique, sur laquelle M. Pruner-bey a souvent insisté avec raison. La fosse canine est presque effacée. Enfin le prognathisme est très peu marqué.

» Le squelette nasal ne répond pas à l'idée que l'on se fait d'ordinaire du nez mongol. Il n'est pas écrasé à son origine; les os nasaux sont longs et larges, à peine concaves à leur tiers supérieur, légèrement relevés à l'extrémité. Sur le vivant l'organe était donc assez saillant, mais l'ouverture antérieure est large et l'indice s'élève à environ 47,15. Cet individu, quoique très rapproché des leptorrhiniens, c'est-à-dire des races à nez allongé, reste donc compris dans le groupe des mésorrhiniens, ou individus à nez moyen.

» Ajoutons que la mâchoire inférieure complète fort bien cet ensemble de traits. Elle est basse, mais robuste, et ses angles postérieurs projettent en arrière et en dehors de volumineux talons, qui n'ont pu que servir d'attache à des muscles puissants.

» Grâce à deux crânes masculins recueillis dans des tumuli des monts Tourynia, par MM. Meynier et L. d'Eichthal, nous avons pu rapporter à la race mongole proprement dite ces Tchoudes ou Tchoudis mystérieux auxquels se rattachent tant de légendes. Les Kalmouks, les Bouriates appartiennent aussi fondamentalement au même groupe, bien que des éléments étrangers viennent parfois en modifier les caractères.

» La race turque constitue pour nous une seconde famille, comprenant les Turcomans ou Turcs proprement dits, les Yakoutes, les Lesghis, les Ousbegs, les Kirghises, les Baskirs, les Tatars. Nous ne pouvons entrer ici dans des détails qui nous entraîneraient trop loin et nous nous bornons à dire que, dans l'ensemble de ces groupes, l'indice horizontal moyen varie de 86,04 à 80,68, et l'indice vertical moyen de 80,45 à 69,78.

» Au sud des Mongols, au sud-est des Turcs, habitent, principalement sur les versants de l'Himalaya, des populations que nous appellerons indo-mongoles. Chez elles, le type que nous avons sommairement décrit est al-

téré par un élément nouveau, dont l'influence s'accuse de plus en plus depuis le Ladak et le Népaul jusque dans les profondes vallées de l'Assam. Dans cette dernière contrée, l'indice horizontal touche à la sous-dolichocéphalie; mais il se relève chez les Birmans, les Siamois, les Annamites, qui sont sous-brachycéphales.

» Nous laissons de côté un certain nombre de races plus ou moins voisines des précédentes, pour dire quelques mots des Aïnos des Japonais et des Chinois. Chez les premiers, on a trouvé des têtes osseuses absolument mongoliques, et d'autres dont l'indice horizontal descend à 72,04. Ces chiffres indiquent la juxtaposition de deux types fort différents, et les nombres intermédiaires nous apprennent qu'il y a eu fusion entre ces éléments ethnologiques. A plus forte raison en est-il de même au Japon. L'étude craniologique aurait suffi pour montrer le peu d'homogénéité de cette population, alors même que l'histoire serait restée muette sur ce point. En moyenne, elle reste sous-brachycéphale avec l'indice 80,84. Les Chinois, au contraire, sont sous-dolichocéphales, avec un indice moyen de 76,60.

» A côté des races précédentes, qui toutes appartiennent au continent asiatique, nous avons placé les Esquimaux, constituant à eux seuls une famille, qui sans doute se divisera plus tard en groupes distincts. Dès à présent, on peut distinguer très nettement les Esquimaux occidentaux des Orientaux. A en juger par le petit nombre de crânes que l'on connaît, les premiers seraient bien près de la mésaticéphalie. Mais, à mesure que l'un s'avance vers le Groenland, on voit la tête s'allonger; et, chez les indigènes du détroit de Smith, l'indice horizontal moyen, pris par M. Ottis sur cinquante-deux crânes d'hommes adultes, descend jusqu'à 70,58, ce qui place ces Américains boréaux parmi les races les plus dolichocéphales connues.

» Nous devons faire remarquer en outre que la voûte cranienne s'élève relativement, en même temps qu'elle s'étend d'avant en arrière. Dans nos premiers groupes, franchement brachicéphales, le diamètre vertical est bien plus court que le transverse et les indices moyens verticaux ne dépassent pas 90,00. Il s'élève chez les sous-brachycéphales et atteint même le chiffre de 98,59 chez un Cambodgien. Chez le seul Aïno que nous ayons pu mesurer, grâce à l'obligeance de M. Busk, les diamètres transverse et vertical sont égaux, et l'indice 100,00 place cette tête à la limite inférieure de l'hypsisténocéphalie. Enfin, chez onze Esquimaux du Groenland, dont l'indice horizontal moyen est 71,80, l'indice vertical monte à 102,96. Le diamètre vertical est donc ici bien sensiblement plus grand que l'horizontal, et ce groupe est franchement hypsisténocéphale.

» On constate un fait analogue dans les races malayo-polynésiennes. Des Malais aux Tahitiens, qui forment les deux extrêmes de cette série, on voit l'indice horizontal s'abaisser et l'indice vertical s'élever d'une manière presque progressive. Le premier va de 80,45 à 75,13; le second de 96,42 à 102,87.

» Dans les races précédentes, l'hypsisténocéphalie semble se rattacher d'une manière spéciale à l'élongation de la tête. Dans la vieille race américaine, qui a élevé les étranges ouvrages en terre de l'Ohio et des contrées voisines, elle s'associe au contraire à une extrême brachycéphalie. Le fameux crâne de Scioto a pour indice horizontal 92,12, et pour indice vertical 103,28. La tête est donc à la fois très courte et très haute. Ce double caractère se retrouve encore dans quelques populations probablement filles de la précédente. En revanche, l'hypsisténocéphalie accompagne de nouveau la dolichocéphalie dans le crâne fossile de Lagoa-Santa, et chez les Fuégiens.

» Nous ne pouvons insister ici sur les races américaines. Nous dirons seulement que leur étude craniologique apporte de nouvelles et sérieuses preuves à l'appui de la croyance à leur multiplicité et que, en présence des faits qu'elle met en évidence, la théorie de Morton relativement à l'unité ethnique des Américains devient insoutenable. Nous la croyons du reste abandonnée aujourd'hui, par tous ceux qui se sont occupés sérieusement de cette question.

» Les races blanches présentent des faits entièrement semblables aux précédents. Ici aussi, on trouve à une des extrémités de la série des groupes caractérisés par la plus franche brachycéphalie, à l'autre, des groupes dont la dolichocéphalie est presque égale à celle des races nègres qui ont la tête la plus allongée.

» Comme exemple des premiers, nous citerons les Lapons, dont l'indice horizontal moyen est 85,54 et chez lesquels il monte parfois au-dessus de 88,00. Nous prendrons pour exemple des seconds les Indous, auxquels nous rattache plus spécialement une parenté ethnique, au moins partielle. Chez eux l'indice moyen descend à 72,28.

» Nous voyons encore dans les races blanches la tête s'élever en même temps qu'elle s'allonge. Chez les Lapons, l'indice vertical moyen n'est que de 86,48. Chez les Indous même, le diamètre vertical reste un peu inférieur au transverse. Mais le premier égale ou dépasse le second chez les Arabes et les Berbères, dont les indices sont 100,00 et 101,47.

» En résumé, en restant au point de vue restreint où nous sommes

placés en ce moment, l'étude des trois grands diamètres craniens établit entre les groupes fondamentaux des races humaines des rappports et des différences. Elle nous montre que les diverses formes générales du crâne sont représentées dans ces groupes. Mais, tandis que chez les Noirs les crânes globuleux sont rares, tandis que chez les Jaunes il en est de même pour les crânes allongés, chez les Blancs les deux types céphaliques coexistent dans des proportions à peu près égales.

» Qu'on nous permette, en terminant, une courte réflexion générale.

» Il est encore un certain nombre d'hommes, éminents sous d'autres rapports, mais étrangers au mouvement anthropologique, aujourd'hui si accentué, qui persistent à mettre en doute l'utilité des recherches craniologiques. Bien des faits devraient pourtant les ramener à une autre opinion; et, à ce point de vue, notre Livre pourra, nous l'espérons, exercer une certaine influence.

» A part un petit nombre d'exceptions, qui s'expliqueront sans doute un jour, toutes les fois que nous avons eu à examiner des groupes bien connus et définis à l'aide d'autres branches du savoir humain, géographie, histoire, linguistique, etc., nos conclusions ont concordé avec celles de nos devanciers. La craniologie n'a fait alors que confirmer les résultats déjà acquis. Cela même prouve évidemment en sa faveur et montre que, en l'absence de toute autre donnée, elle aurait à elle seule suffi, au moins dans bien des cas, pour distinguer et classer ces groupes.

» Mais les populations émigrent, elles changent de nom, d'industries, d'arts, de langage; surtout elles se pénètrent réciproquement et se mélangent. En pareil cas, elles perdent souvent les caractères propres à éclairer l'historien, l'archéologue, le linguiste. Ce fait, qui se passe sous nos yeux sur une large échelle, s'est produit à coup sûr de tout temps.

» Mais les caractères physiques, ceux surtout de la tête osseuse, persistent pendant un temps indéfini et reparaissent, parfois après des siècles, par l'effet de l'atavisme, au milieu des populations les plus mêlées. L'examen craniologique intervient alors; et, non pas toujours encore, mais déjà souvent, il permet d'analyser ces composés ethniques et d'en déterminer les éléments.

» A ces divers titres, il nous paraît difficile de ne pas accepter la craniologie comme un des plus sérieux et des plus puissants moyens à employer dans l'étude scientifique des races humaines. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur la diffusion des solides*. Note de M. A. Colson.

(Renvoi à l'examen de M. Boussingault.)

« *Influence du temps*. — Lorsqu'on chauffe des disques déjà partiellement carburés, en même temps que des disques neufs, les uns et les autres absorbent la même quantité de carbone, si la diffusion du carbone dans le métal est proportionnelle à la durée de chauffe.

» A première vue, l'expérience donne, pour les quantités de carbone passées dans le métal, des chiffres différents, selon que le fer contient déjà ou non du carbone :

	Avant chauffage.	Après chauffage.
Poids d'un disque A déjà carburé............	$6^{gr},982$	$6^{gr},992$
Poids d'un disque neuf B....................	$7^{gr},405$	$7^{gr},418$

» Mais on sait que, à température relativement basse, l'oxyde de carbone réagit sur le fer; ce métal s'oxyde, et il se dépose du charbon pulvérulent. Je me suis demandé si la cause des différences observées plus haut n'était pas due à cette action. A cet effet, j'ai chauffé au rouge sombre, dans un courant d'hydrogène, les disques A et B; ils ont perdu tous deux une quantité fixe d'oxygène, 3^{mgr}.

» Le disque ancien A, avant opération, contenait évidemment le même excès d'oxygène, puisque les conditions de refroidissement sont identiques dans toutes les expériences. Donc la différence de poids, avant et après opération, mesure bien la quantité de carbone absorbée par ce disque, tandis que, pour le disque B, cette mesure est représentée par l'accroissement de poids observé, diminué de 3^{mgr}, c'est-à-dire qu'elle est la même pour les deux disques.

» On peut d'ailleurs, en décapant énergiquement un disque ancien, tel que A, et laissant intact le disque B, obtenir pour A dans une nouvelle opération un accroissement de poids supérieur à celui du disque B moins carburé, ce qui démontre bien de nouveau que l'accroissement de poids trop fort que l'on obtient pour un disque neuf est dû à la cause que j'ai signalée. Il en résulte que :

» *A une température donnée correspond un coefficient constant de diffusion du carbone dans le fer.*

» Cette loi n'est vraie qu'autant que le fer se transforme en acier; quand la fonte commence à se former, c'est-à-dire un peu avant que le fer devienne cassant, l'absorption du charbon par le fer diminue.

» Parmi les corps qui se diffusent le plus facilement dans le charbon, il faut placer en première ligne la silice.

» Reprenant une expérience de M. Boussingault, en ayant soin toutefois d'employer du noir de fumée exempt de silice, je plaçais un fil de platine au centre d'une masse de noir tassé dans un creuset de terre, et je chauffais celui-ci au feu de forge, après l'avoir entouré d'une brasque de charbon. A la fin de l'expérience, le platine était silicié. Le silicium provenait évidemment des parois du creuset, dont la silice s'était, en partie, diffusée dans le noir. Le charbon, brûlé dans une capsule en platine, laisse un résidu de silice parfaitement blanche. Ce fait suffit à prouver que c'est de la silice et non du silicium qui se transporte; car si, à cette température, il se formait du silicium, celui-ci, par suite de l'action de l'oxyde de carbone ou de l'azote de l'air, serait transformé en composés carbosiliciés fixes et insolubles dans l'acide fluorhydrique, ainsi qu'il résulte du travail que nous avons précédemment publié, M. Schützenberger et moi. J'ai d'ailleurs démontré, depuis cette publication, que le carbone et le silicium s'unissent avec facilité sous l'action de la chaleur.

» Revenons au platine. Si l'on prolonge suffisamment la durée du chauffage, le fil de platine prend une texture cristalline et possède la composition $Si\,Pt^2$, si l'on a eu soin de comprimer fortement le fil dans le noir de fumée.

» J'ai réussi, avec un fil de platine assez gros, à obtenir ce corps par liquation, en inclinant le creuset dans le foyer et en frappant des coups secs et répétés sous le barreau qui le supportait.

» Si l'on prend du noir de fumée contenant 60 pour 100 de silice précipitée et que l'on répète la première expérience, on obtient un corps également cristallin, qui semble refuser d'absorber, dans ces conditions, de nouvelles quantités de silicium. Il répond à la formule $Si^2\,Pt^3$; sa densité est 14,1. Il fond environ à la même température que le verre ordinaire, ce qui est digne de remarque, puisque le platine et le silicium sont tous deux si difficiles à fondre.

» Y a-t-il là une coïncidence entre l'abaissement de la densité et celui du point de fusion, ou plutôt une nouvelle analogie avec le carbone? M. Berthelot a prouvé que le véritable carbone est gazeux (ce qui explique alors, entre autres choses, l'état liquide du sulfure de carbone); n'en serait-il pas de même du véritable silicium? Par le mélange de silice et de char-

bon, j'ai obtenu un siliciure de fer cristallin, de densité 6,6, et contenant environ 15 pour 100 de silicium. Il n'est pas utile d'atteindre la température blanche; au-dessous de 1000°, ces siliciures se forment, mais lentement. La réaction a lieu pour d'autres métaux, et n'est probablement pas spéciale à la silice. Je reviendrai sur ces questions. Ce mode de production a quelque analogie avec la remarquable méthode par laquelle M. Fremy a obtenu les sulfures décomposables par l'eau : il y a, dans les deux cas, une double action chimique et union d'un des éléments du corps en mouvement à un élément du corps fixe, que celui-ci soit un oxyde ou un carbure (ou un mélange de charbon et de métal). »

CHIMIE. — *Sur la diffusion du carbone.* Lettre de M. **J. Violle** à M. Dumas.

(Renvoi à l'examen de M. Boussingault.)

« La Note de M. Colson *Sur la diffusion des solides dans les solides*, insérée au dernier numéro des *Comptes rendus*, p. 1074, m'engage à signaler un fait que j'ai observé au cours de mes recherches sur la chaleur spécifique et la chaleur de fusion du palladium (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 981; 1878). Ce fait, que j'ai négligé de publier, me proposant toujours de l'étudier plus à fond, mais que j'ai montré, dès 1878, à plusieurs personnes, et en particulier à mon savant doyen de Grenoble, M. Lory, est la *diffusion du carbone dans la porcelaine*.

» J'avais été amené à disposer, pour la fusion du palladium, des creusets consistant en un creuset de porcelaine placé à l'intérieur d'un creuset de plombagine. Bien que la porcelaine se ramollisse complètement à la fusion du palladium (1500°), soutenue par la plombagine, elle constitue encore alors un très bon creuset. Or un tel creuset présente, après la chauffe, un aspect singulier : en dehors, la plombagine a brûlé et le fondant seul est resté, de sorte que le creuset de plombagine a l'aspect d'un creuset de terre; le creuset de porcelaine, au contraire, s'est imprégné de plombagine et a extérieurement l'apparence d'un creuset de charbon. La plombagine a pénétré jusqu'à une certaine profondeur par une véritable diffusion, la pénétration étant d'autant plus profonde que l'expérience a été plus prolongée. Le fait se produit d'ailleurs à une température inférieure à 1500°. Je vous envoie quelques échantillons qui ont été chauffés vers 1000°.

» Je dois ajouter que, depuis l'époque où j'ai, le premier, je crois, ob-

servé ce fait, il a été constaté par divers physiciens (voir en particulier les *Beiblätter* de mai 1881). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les ankylostomes (ankylostome duodénal de Dubini) en France et la maladie des mineurs.* Note de M. E. **Perroncito**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« J'ai eu l'occasion, grâce à l'obligeance de M. Chauveau, d'étudier, à Saint-Étienne, l'anémie des mineurs, décrite par M. Riembault [1] et M. Manouvriez [2].

» Les symptômes de cette maladie étant les mêmes que ceux que présentent les mineurs anémiques du Saint-Gothard, les paysans des régions basses et humides, les briquetiers et les mineurs de Schemnitz, j'ai voulu chercher, avec MM. les Drs Riembault et Magnin et M. Eraud, interne à l'Hôtel-Dieu de Saint-Étienne, si chez les mineurs anémiques de cette ville on trouverait les ankylostomes, les anguillules ou les pseudo-rhabdites que j'ai montrés être la cause de l'anémie chez les ouvriers du Saint-Gothard [3].

» Nous avons donc choisi, dans le service du Dr Riembault, trois sujets anémiques, atteints depuis longtemps de la *vraie maladie des mineurs*.

» L'examen microscopique des selles de ces trois malades nous a révélé aussitôt la présence d'un nombre tellement considérable d'œufs d'ankylostomes, que cela suffirait pour expliquer l'anémie profonde dont ils étaient atteints.

» Cette observation démontre : 1° que les ankylostomes existent aussi en France; 2° que l'anémie des mineurs de Saint-Etienne est de nature éminemment parasitaire et semblable, dans sa cause, à celle des ouvriers du Saint-Gothard, des mineurs de Schemnitz, etc.

» S'il en est ainsi, nous pourrons facilement prévenir ou guérir la maladie des mineurs, en peu de temps, par l'emploi des substances que j'ai

---

(1) A. Riembault, *Hygiène des ouvriers mineurs dans les exploitations houillères*; Paris, 1861.

(2) A. Manouvriez, *De l'anémie des mineurs, dite d'Anzin*; Paris, 1881.

(3) Perroncito, *Osservazioni elmintologiche...* (*R. Accad. dei Lincei*, 2 mars 1880). — *L'Anemia dei contadini... negli operai del Gottardo*; Torino, 1881.

montrées capables de détruire les œufs en dehors ou à l'intérieur de l'organisme humain.

» En effet : 1° les larves de l'ankylostome et de l'anguillule intestinale ne se développent pas dans l'intestin de l'homme. Elles doivent être évacuées avec les selles, dans lesquelles se forment les larves. Celles-ci doivent parcourir, en dehors du corps, à une température convenable, une période de vie indépendante jusqu'à la maturation larvale.

» 2° Les larves de la pseudo-rhabditis, après avoir été évacuées, atteignent au dehors leur période de maturité, ou bien arrivent à l'état de vers parfaits. Dans ce dernier cas, elles ne produisent qu'une seule génération à l'état libre, laquelle n'arrive qu'à la maturation larvale et devient l'agent de diffusion.

» 3° Les larves des parasites qui causent l'anémie pénètrent dans l'organisme de l'homme, quand elles ont atteint leur maturité, entraînées par l'air, par l'eau, contenues dans les aliments crus ou demi-cuits.

» 4° Les œufs, les larves et les vers parfaits ne résistent jamais à une température de 50° C., et meurent en un temps qui ne dépasse pas cinq minutes.

» 5° Les solutions concentrées de chlorure de sodium (à 8, 10, 12, 14, 16 pour 100) tuent les larves en un temps inversement proportionnel à leur degré de concentration (en vingt, quatorze, douze, huit, six, deux minutes).

» 6° Les larves meurent très vite dans les acides sulfurique et chlorhydrique, ainsi que dans le liquide insecticide Dépérais.

» 7° Dans l'alcool éthylique à 36°, elles meurent en cinq minutes.

» 8° Dans les solutions d'acide phénique à 1, 2, 3, 4, 5 pour 100, elles meurent relativement en sept, quatre, deux, une minutes.

» 9° Dans l'acide thymique, dissous dans l'eau dans la proportion de $\frac{1}{2}$ pour 100 (avec addition de quelques gouttes d'alcool), les larves meurent en une à huit minutes.

» 10° Dans l'extrait éthéré de fougère mâle bien préparé, elles meurent très vite : en huit à dix minutes, elles ont définitivement perdu tout mouvement.

» Il résulte de tout ce qui précède que la maladie peut être prévenue par des soins de propreté bien entendus, et en traitant les matières excrémentitielles par la chaleur portée au moins à 50°, ou mieux en employant des solutions concentrées de chlorure de sodium, d'acide sulfurique ou chlorhydrique, en se servant d'acide phénique ou du liquide insecticide Dépérais.

» Le traitement des malades rendus anémiques par les helminthes ci-dessus désignés sera poursuivi, en toute sûreté, avec l'extrait éthéré de fougère mâle, administré à doses fortes et répétées : on donnera 2^{gr}, 5^{gr}, 10^{gr}, 20^{gr}, 30^{gr} à la fois du médicament dans une hostie ou avec un véhicule qui ne modifie pas sa constitution. Si l'on commence par 2^{gr}, 4^{gr}, 6^{gr}, il faudra répéter trois, quatre, cinq, six fois par jour l'administration du médicament, et cela pendant plusieurs jours, jusqu'à ce qu'on ne trouve plus d'œufs ou de larves dans les selles : deux ou trois prises suffisent ordinairement.

» Une dose de 20^{gr} à 30^{gr}, administrée en une seule fois, est d'habitude suffisante pour tuer et faire évacuer tous les parasites.

» On peut aussi employer l'acide thymique, à la dose de $0^{gr},05$ à $0^{gr},10$, répétée trois, cinq à six fois, en faisant suivre l'administration du médicament de l'ingestion d'un liquide alcoolisé, comme le fait M. Bozzolo, professeur de clinique thérapeutique à Turin ([1]). »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes algébriques à plusieurs séries de variables*; par M. C. LE PAIGE. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« On sait que la forme trilinéaire $f = a_x a'_y a''_z = b_x b'_y b''_z = \ldots$ possède trois covariants quadratiques

$$\Sigma_1 = (a'b')(a''b'')a_x b_x, \quad \Sigma_2 = (a''b'')(ab)a'_y b'_y, \quad \Sigma_3 = (ab)(a'b')a''_z b''_z,$$

qui jouissent de la propriété d'avoir un même discriminant Δ.

» Il existe une propriété analogue relative à la forme quadrilinéaire

$$f = a_x a'_y a''_z a'''_u = b_x b'_y b''_z b'''_u = \ldots.$$

» Parmi les covariants biquadratiques de cette forme, on rencontre les suivants :

$$\begin{aligned}
L^4_x &= (a''b'')(a'''b''')(c''d'')(c'''d''')(a'd')(b'c')a_x b_x c_x d_x,\\
M^4_y &= (a'''b''')(ab)(c'''d''')(cd)(a''d'')(b''c'')a'_y b'_y c'_y d'_y,\\
N^4_z &= (ab)(a'b')(cd)(c'd')(a'''d''')(b'''c''')a''_z b''_z c''_z d''_z,\\
P^4_u &= (a'b')(a''b'')(c'd')(c''d'')(ad)(bc)a'''_u b'''_u c'''_u d'''_u,
\end{aligned}$$

([1]) BOZZOLO, *Gazzetta delle Cliniche*. Torino, 1881.

qui ont les mêmes invariants, c'est-à-dire qui, égalés à zéro, représentent quatre groupes de quatre points ayant même rapport anharmonique.

» Ces quatre covariants naissent, en quelque sorte, du discriminant Δ, signalé plus haut, puisque

$$\Delta = (ab)(a'b')(cd)(c'd')(a''d'')(b''c'').$$

» A propos des formes trilinéaires, j'avais signalé la relation

$$\tfrac{1}{2}\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3 + \tfrac{1}{2}\Delta f^2 = -Q^2,$$

où

$$Q = \tfrac{1}{2}(\Sigma_0, f)_x = (a'b')(a''b'')(ac)b_x c'_y c''_z.$$

Cette relation est un cas particulier d'un théorème plus général, dont voici l'expression pour des formes à trois séries de variables.

» Soient

$$f = a_x^n b_y^m c_z^p, \quad \varphi = \alpha_x^\nu \beta_y^\mu \gamma_z^\varpi;$$

si l'on désigne par $(f, u)_x$, $(f, f')_{xy}$, ... les covariants

$$(a\alpha)a_x^{n-1}\alpha_x^{\nu-1}b_y^m\beta_y^\mu c_z^p\gamma_z^\varpi, \quad (aa')a_x^{n-1}a_x'^{n-1}(bb')b_y^{m-1}b_y'^{m-1}c_z^p c_z'^p, \quad \dots,$$

on a

$$(f, u)_x(f, u)_y = -\tfrac{1}{2}[f^2(\varphi, \varphi')_{xy} - 2f\varphi(f, \varphi)_{xy} + \varphi^2(f, f')_{xy}].$$

Cette égalité constitue l'extension, aux formes à plusieurs séries de variables, d'un théorème de Clebsch, dont j'ai donné la généralisation, relative à un nombre quelconque de formes binaires, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. XCII, p. 688).

» Ces théorèmes et d'autres analogues seront appliqués dans un Mémoire sur le système de deux formes trilinéaires, qui sera publié bientôt dans les *Atti* de l'Académie des *Nuovi Lincei*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du mouvement des planètes.* Note de M. DE GASPARIS.

« En 1879, j'ai donné plusieurs séries exprimant les quantités variables des ellipses des planètes, en fonction de l'anomalie moyenne, exprimée en parties du rayon, et de l'excentricité. Les séries auxquelles j'étais parvenu étaient très peu convergentes, même pour les petites excentricités. Si, au lieu des anomalies, comptées, selon l'usage, du périhélie, on fait la substitution

des anomalies comptées à partir de l'aphélie, j'ai trouvé des séries qui ont la même forme, mais avec un caractère très marqué de convergence.

» Pour en donner un essai, soient μ et ε l'anomalie, moyenne et excentrique, comptée de l'aphélie, on aura, pour la valeur du rayon vecteur,

$$\frac{r}{a} = 1 + e\frac{\mu^2}{2!}\frac{e}{(1+e)^2} - \frac{\mu^4}{4!}\frac{3e^2-e}{(1+e)^5}$$
$$-\frac{\mu^6}{6!}\frac{45e^3-24e^2+e}{(1+e)^8} - \frac{\mu^8}{8!}\frac{1575e^4-1107e^3+117e^2-e}{(1+e)^{11}} - \dots$$

» Dans les formules de 1879 figurait partout le facteur $1-e$, au lieu de $1+e$. Outre cela, les signes des termes étaient alternés, tandis que maintenant les signes ne changent pas. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de certaines équations aux dérivées partielles, par le moyen d'intégrales définies contenant sous le signe $\int$ le produit de deux fonctions arbitraires.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Une intégrale de la forme $\varphi = \int_0^\infty f\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)\psi\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha$ (avec $t>0$), différentiée en t sous le signe $\int$, donne évidemment, en prenant, dans le résultat, le rapport de t à α comme nouvelle variable d'intégration (qu'on peut bien appeler aussi α), $\int_0^\infty f'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)\psi\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)d\alpha$, pourvu, du moins, que les deux fonctions arbitraires f, ψ permettent à φ d'exister, en tant que fonction bien définie, et d'accepter la règle usuelle de différentiation : ce qu'on pourra souvent reconnaître, si, ε et ε_1 étant deux nombres positifs très petits, on adopte provisoirement pour limites, au lieu de o et ∞, εt et l'inverse de ε_1. Ainsi, *l'intégrale conserve dans la différentiation sa forme* essentielle; et sa dérivée *seconde*, obtenue de même, $\int_0^\infty f'\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)\psi'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha$, n'en différera que par la substitution à f et ψ de leurs dérivées *premières* f', ψ'. Cela étant, posons

$$(1)\quad \varphi = \int_0^\infty f\left(x \mp \frac{t^2}{2\alpha^2}\right)\psi\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha, \quad \text{ou} \quad \varphi = \int_0^\infty f\left(x \mp \frac{\alpha^2}{2}\right)\psi\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)d\alpha,$$

fonctions de x et de t comprises dans le type précédent, et nous pourrons aisément : 1° y particulariser ψ en vue de faire vérifier à φ l'équation aux

dérivées partielles

$$\frac{d^{2n}\varphi}{dt^{2n}} + A\frac{d^n\varphi}{dx^n} = 0, \qquad (2)$$

qui devient

$$\int_0^\infty f^{(n)}\left(x \mp \frac{t^2}{2\alpha^2}\right)\left[(\mp 1)^n \psi^{(n)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) + A\psi\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)\right] d\alpha = 0, \quad \text{etc.},$$

puisqu'il suffira de prendre pour ψ une des n intégrales distinctes de l'équation différentielle linéaire $(\mp 1)^n \psi^{(n)} + A\psi = 0$; 2° choisir, en outre, la fonction f, de manière à faire acquérir pour $t = 0$, entre les limites $x = \mp \infty$, telles valeurs qu'on voudra à φ ou à sa dérivée en t d'un ordre pair donné $2p$, s'il s'agit de la première forme (1), et, au contraire, à sa dérivée en t d'un ordre impair $2p + 1$ s'il s'agit de la seconde, dérivées qui, exprimées par $(\mp 1)^p \int_0^\infty f^{(p)}\left(x \mp \frac{t^2}{2\alpha^2}\right)\psi^{(q)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha$, où q désigne soit p, soit $p + 1$, se réduisent, pour $t = 0$, à la fonction arbitraire $f^{(p)}(x)$, abstraction faite du facteur constant $(\mp 1)^p \int_0^\infty \psi^{(q)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha$. On conçoit que, dans le cas où il y aura n couples possibles de pareilles intégrales, leur superposition constitue l'intégrale générale de (2), avec ses $2n$ fonctions arbitraires.

» Appliquons cette méthode aux problèmes de l'échauffement et du mouvement transversal d'une barre qui s'étend depuis l'origine des abscisses positives jusqu'à l'infini et qui, d'abord à zéro ou en repos, viendrait à être soit chauffée, soit agitée, à son extrémité $x = 0$. Comme la variable principale est ici l'abscisse, vu que c'est pour sa valeur nulle que l'on connaît l'état physique produit, nous appellerons t cette abscisse et x, au contraire, le temps. La température ou le déplacement transversal φ devra vérifier : 1° la première ou la seconde des équations indéfinies $\varphi''_t - \varphi'_x = 0$, $\varphi^{\text{iv}}_t + \varphi''_x = 0$, comprises dans le type (2); 2° les relations spéciales $\varphi = 0$ pour $x = -\infty$ (quel que soit t entre 0 et ∞) et $\varphi = 0$ pour $t = \infty$ (quel que soit x), conditions exigeant, dans (1), qu'on prenne les signes supérieurs et que $f(-\infty) = 0$; 3° enfin, des conditions relatives à $t = 0$, ou analogues à celles dites *d'état initial*, et consistant à se donner en fonction de x, *pour* $t = 0$, soit la température, soit le flux de chaleur, c'est-à-dire φ ou φ'_t, s'il s'agit du problème de l'échauffement, et, dans la question du mouvement transversal, soit le déplacement φ et la direction φ'_t de la barre, soit, à la place de φ, *l'effort tranchant*, c'est-à-dire φ'''_t, ou à la place de φ'_t le *couple de flexion*, c'est-à-dire φ''_t. On démontre qu'avec ces données une

seule solution est possible. Or, en prenant φ de l'une des deux formes (1), l'équation en ψ donnera : 1° dans le problème de l'échauffement, $\psi(\gamma)=e^{-\gamma}$, et, comme alors $\int_0^\infty \psi\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha=\sqrt{\frac{\pi}{2}}$, la solution demandée sera

$$\varphi=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^\infty \mathrm{F}\left(x-\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)e^{-\frac{\alpha^2}{2}}d\alpha$$

(formule connue), ou

$$\varphi=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0 \mathrm{F}\left(x-\frac{\alpha^2}{2}\right)e^{-\frac{t^2}{2\alpha^2}}d\alpha,$$

suivant qu'on aura, pour $t=0$, $\varphi=\mathrm{F}(x)$ ou $-\varphi'_t=\mathrm{F}(x)$; 2° dans le problème du mouvement transversal, $\psi(\gamma)=\cos\gamma$, ou $=\sin\gamma$, d'où $\int_0^\infty \psi\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha=\frac{\sqrt{\pi}}{2}$, et l'on composera φ, ou d'une solution de la première forme (1) (avec un sinus pour ψ) et d'une de la deuxième (encore avec un sinus), si l'on veut que, pour $t=0$, φ et φ'_t se réduisent à des fonctions données $\frac{\sqrt{\pi}}{2}f(x)$, ou, pareillement, de deux solutions empruntées toujours aux formes (1) et aisées à trouver, quand on connaîtra, pour $t=0$, soit φ et φ''_t, soit φ'''_t et φ'_t, soit φ'''_t et φ''_t.

» Mais l'équation $\varphi^{\text{IV}}_t+\varphi''_x=0$ se présente encore dans l'étude des ondes liquides superficielles produites le long d'un canal par l'émersion d'un solide, et l'on a même alors à former le plus simplement possible une intégrale φ telle, qu'on ait, pour $t=0$, $\varphi=0$ et $\varphi''_t=0$, ou bien, en prenant la seconde forme (1), $\psi(0)=0$ et $\psi'(0)=0$, ce qui exige une équation en ψ moins simple que $\psi''=-\psi$. Posons donc $\psi''(\gamma)=-\psi(\gamma)+\chi(\gamma)$, nous réservant de déterminer χ de manière à vérifier $\varphi^{\text{IV}}_t+\varphi''_x=0$, sinon par une seule intégrale de la seconde forme (1), du moins par la somme de deux,

$$\varphi=\int_0^\infty\left[f\left(x-\frac{\alpha^2}{2}\right)+f\left(x+\frac{\alpha^2}{2}\right)\right]\psi\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)d\alpha, \tag{3}$$

qui donne

$$\varphi^{\text{IV}}_t+\varphi''_x=\frac{1}{t\sqrt{2}}\int_{\alpha=0}^{\alpha=\infty}2\sqrt{\frac{t^2}{2\alpha^2}}\chi\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right)d\left[-f'\left(x-\frac{\alpha^2}{2}\right)+f'\left(x+\frac{\alpha^2}{2}\right)\right].$$

Or cette dernière expression, en y posant $2\sqrt{\gamma}\,\chi(\gamma)=1$, devient proportionnelle à $f'(\infty)-f'(-\infty)$, quantité nulle dans la question des ondes, ou même $f(\pm\infty)=0$. Donc la valeur (3) de φ conviendra, si, vu l'équa-

tion en ψ obtenue et les conditions $\psi(0) = 0$, $\psi'(0) = 0$, on prend

$$(4) \qquad \psi(\gamma) = \int_0^{\sqrt{\gamma}} \sin(\gamma - m^2)\,dm;$$

d'où

$$\psi'(\gamma) = \int_0^{\sqrt{\gamma}} \cos(\gamma - m^2)\,dm,$$

et d'où il résulte aussi, comme le montre une différentiation immédiate,

$$(5) \qquad \int_0^{\alpha} \psi'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\left(\int_0^{\frac{\alpha}{\sqrt{2}}} \cos m^2\,dm \right)^2 + \left(\int_0^{\frac{\alpha}{\sqrt{2}}} \sin m^2\,dm \right)^2 \right].$$

Par suite, la valeur (3) de φ, différentiée en t, donnera, pour $t = 0$,

$$(6) \qquad \varphi'_t = 2 f(x) \int_0^{\infty} \psi'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} f(x).$$

» Si l'Académie veut bien le permettre, je montrerai comment ces formules conduisent rapidement et sûrement, dans le problème des ondes, à des résultats que Poisson et Cauchy n'ont obtenus que par des procédés fort compliqués et très délicats, sinon même d'un emploi douteux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination de l'ohm. Réponse à M.* Brillouin; par M. Lippmann.

« Dans une Note récente, M. Brillouin calcule une limite supérieure δ de l'erreur relative due à la capacité superficielle du fil. M. Brillouin trouve, comme moi, que δ est négligeable, non seulement pour la bobine que j'ai prise pour exemple, mais pour trois autres bobines dont les dimensions sont arbitrairement choisies : le nombre de tours croissant de 300 à 1600, le diamètre du fil variant de $1^{mm},37$ à $0^{mm},25$, le diamètre de la bobine diminuant de $0^{m},30$ à $0^{m},02$, M. Brillouin trouve que la limite supérieure de δ varie du chiffre du millionième à celui du dix-millième. La conclusion pratique à tirer de ces quatre exemples est certaine : c'est qu'il suffit d'employer une bobine de quelques centaines de tours pour que la méthode que j'ai décrite soit, de ce chef du moins, irréprochable.

» Je pourrais donc considérer la discussion comme terminée, si M. Brillouin ne donnait à ses calculs numériques une extension qui a pour effet

de rendre moins claire la conclusion pratique que je viens d'énoncer. Je suis donc obligé de montrer en quoi consiste cette extension. M. Brillouin considère d'abord une bobine de 1600 tours, et constate que, pour cette bobine, δ est négligeable ($\delta = 0,00009$); puis M. Brillouin suppose que l'on rend le cadre k fois plus grand dans tous les sens, mais que l'on continue à en remplir le creux avec le même fil de $0^m,25$ de diamètre; et déjà, pour $k = 2$, la limite supérieure de δ est $\frac{1}{40}$, il est vrai, mais pour $k = 2$, le nombre de tours du fil est déjà de 128000; en même temps l'étalon à graduer est parcouru par un courant qui l'échauffe 256 fois plus rapidement que dans le cas de la bobine primitive. M. Brillouin va ensuite jusqu'à faire $k = 10$. Cette hypothèse implique les conséquences suivantes : La bobine serait formée de *un million six cent mille* tours du fil d'une longueur totale de 1984000^m. Comme M. Brillouin suppose en même temps que la bobine fait 6 révolutions par seconde, il s'ensuit que la force électromotrice d'induction atteint 140 volts; comme, d'ailleurs, la méthode exigerait que l'on fît passer par l'étalon un courant de pile tel que la différence de potentiels aux extrémités de l'étalon devînt égale à 140 volts, on voit aisément les dimensions qu'il faudrait donner à celui-ci pour qu'il résistât à cette épreuve; on démontrerait sans peine qu'un étalon de dimensions courantes serait *volatilisé* en un instant. En faisant $k = 10$, on rend l'aire efficace k^4 ou 10000 fois, et la vitesse d'échauffement de l'étalon k^8 ou 100000000 fois plus grande.

» Il eût fallu proportionner la vitesse de rotation à l'aire efficace de la bobine, de façon à n'obtenir une force électromotrice qui ne fût pas trop grande. Si l'on veut que celle-ci conserve la même valeur que pour $k = 1$, il faut réduire le nombre de tours par seconde à 0,0006. Dans ce cas, on trouve $\delta = 0,000000001$, c'est-à-dire que, même pour cette bobine de dimensions impraticables, la valeur de δ à force électromotrice constante est absolument négligeable.

» En résumé, notre but étant uniquement de déterminer la valeur de l'ohm aussi exactement que possible, il nous suffit d'y pouvoir parvenir en employant des bobines de dimensions courantes. Il nous paraît dès lors superflu d'insister sur les dimensions impraticables qu'il faudrait attribuer à ces instruments, afin que la méthode se trouvât en défaut. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure des potentiels correspondant à des distances explosives déterminées.* Note de M. J.-B. Baille, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Le potentiel électrique d'un conducteur, par rapport à un point intérieur, joue, dans l'étude de l'électricité, le même rôle que la température dans celle de la chaleur; et, pour avoir une échelle de potentiels analogue à l'échelle des températures, il est nécessaire d'en rapporter la mesure à celle d'un phénomène apparent et d'une reproduction facile. Je me suis proposé de mesurer les potentiels d'un conducteur correspondant à des longueurs d'étincelles déterminées.

» La méthode que j'ai suivie consiste à faire jaillir une étincelle entre deux plans, dont l'un était électrisé et l'autre, légèrement convexe, était à la terre; la distance explosive était mesurée avec soin. Le conducteur électrisé communiquait avec une sorte d'électromètre absolu : c'était un grand disque plan, attirant la partie centrale d'un plan parallèle relié à la terre. Cette partie centrale était attachée au fléau d'une balance très sensible, et l'attraction se mesurait directement avec des poids.

» Le potentiel du plan attirant V était donné par la formule

$$V = D\sqrt{\frac{8\pi g P}{A}},$$

dans laquelle D est la distance du disque attirant au plateau mobile de la balance, A la surface du cercle attiré et P le poids équilibrant l'attraction. Les observations sont très régulières et donnent des résultats très concordants. J'ai mesuré les potentiels correspondant à des distances explosives variant depuis un demi-centième de millimètre jusqu'à un centimètre.

La principale difficulté a consisté à ramener le conducteur électrisé à un potentiel constant, pendant le temps de la pesée. Je me suis servi, pour cela, d'un conducteur à capacité variable. J'ajoutais des condensateurs tels que l'étincelle ne se produisait qu'à d'assez longs intervalles : le potentiel était alors un maximum atteint lentement, et l'attraction arrivait également à son maximum au moment même de l'étincelle.

» M. W. Thomson avait déjà fait quelques déterminations semblables pour de petites distances explosives; les nombres qu'il a trouvés sont sensiblement plus faibles que ceux que je donne pour les mêmes longueurs d'étincelles. J'attribue cette divergence à ce que le conducteur de M. Thomson était constamment déchargé par une série continue d'étincelles, de

telle sorte que, le potentiel variant continuellement et très vite, on ne pouvait obtenir qu'une valeur intermédiaire entre le maximum et le minimum.

» Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus. Les nombres suivants sont exprimés en unités dérivées du système C. G. S., dans lequel l'unité de potentiel est le potentiel de la masse électrique 1 à la distance de $0^m,01$. δ désigne la distance explosive.

δ.	V.	δ.	V.
cm 0,0025	1,90	cm 0,5	54,47
0,01	3,16	0,6	63,82
0,05	8,71	0,7	73,78
0,1	14,67	0,8	84,86
0,2	25,51	0,9	94,72
0,3	35,35	1,0	105,50
0,4	44,77		

» On voit que le potentiel d'un plan électrisé croît à peu près régulièrement avec la distance explosive qui peut être franchie.

» On peut calculer les densités électriques correspondant à ces différentes longueurs d'étincelles : on voit que ces densités décroissent d'abord lentement et arrivent bientôt à une valeur constante vers $0^{cm},5$, ce que l'on savait déjà.

» On voit encore que la pression exercée par l'électricité sur l'air, au moment où va jaillir l'étincelle de $0^m,01$, n'est que le $\frac{1}{2000}$ de la pression atmosphérique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur les températures de la mer observées pendant la mission de Laponie.* Note de M. **G. Pouchet**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie une première Communication sur les résultats de la mission de Laponie, entreprise au printemps dernier sous les auspices de MM. Ferry, Ministre de l'Instruction publique, et Cloué, Ministre de la Marine.

» Je dois, avant tout, rappeler ici le nom de M. le capitaine de frégate Martial, qui commandait le *Coligny* et dont le zèle pour les intérêts scientifiques de la mission ne saurait être trop loué. C'est, du reste, plus son œuvre que la mienne que résume cette Note.

» Bien que notre attention dût se porter surtout d'un autre côté, nous n'avons pas négligé d'observer, pendant le voyage d'aller (seconde quinzaine de mai) et de retour (première quinzaine d'août), la décroissance de

la température de la surface de la mer, du pas de Calais au cap Nord. Nos observations étaient faites à l'aide d'un thermomètre Belgrand. Au voyage d'aller, nous avons vu la température décroître assez régulièrement, sauf toutefois du 63e au 66e degré, au nord des Shetland, où nous avons noté des écarts, dont la moyenne semblait accuser toutefois un léger relèvement de la température.

» Au voyage de retour, nous avons trouvé la température très régulièrement croissante du cap Nord au pas de Calais, plus haute de 5° entre le 71e et le 66e et entre le 61e et le 56e. Du 65e au 62e, l'écart aurait été un peu plus faible et de 4° seulement. Mais cette donnée ne saurait être très rigoureuse, en raison des irrégularités que nous avons signalées.

» Ces irrégularités, le moindre écart se manifestant peut-être au nord des Shetland, entre les voyages d'aller et de retour, sont les seules indications que nous ayons trouvées d'un courant réel d'eaux chaudes venant du sud-ouest.

» Nous avons suivi attentivement l'échauffement de la mer en rade de Vadsö, pendant les mois de juin et de juillet. L'hiver et le printemps, ainsi que cela résulte d'une lettre que veut bien m'adresser M. Mohn, avaient « été exceptionnellement froids, par suite des vents du nord qui avaient » chassé les banquises jusqu'à une proximité tout à fait extraordinaire de » la côte norwégienne ». A notre arrivée, le 8 juin, la température moyenne est de + 2° environ; elle est de + 11° le 28 juillet. C'est donc une élévation de 9° dans une période de cinquante jours, soit presque 0°,2 par jour.

» Pour la température des eaux profondes, nous avons employé le thermomètre Negretti-Zambra à renversement. Nos sondages, pratiqués au mouillage de Vadsö, dans les fjords secondaires du Sud-Varanger et dans le Varangerfjord, nous ont permis de constater, à cette époque avancée de l'année, ce fait déjà signalé par M. Mohn, pour les mois d'hiver, à Svolvœr (voir Mohn, *Die Norweg. Nordmer Exped.*), d'une influence refroidissante de la côte. Cette influence s'est fait sentir jusqu'à $1\frac{1}{2}$ mille et jusqu'à la profondeur de 100^m au mouillage de Vardsö; elle s'est traduite par un écart de 1° environ pour les profondeurs de 20^m à 30^m.

» Au large, les sondages nous ont indiqué une décroissance très régulière de la température, avec la profondeur. En rapportant tous les sondages sur un tableau où les températures forment la ligne des abscisses, avec les profondeurs comme ordonnées, la moyenne graphique des points indiqués nous a fourni, pour l'abaissement progressif de la température dans le Varangerfjord pendant les mois de juin et de juillet, les chiffres suivants:

Profondeur.	Au large.	Près de la côte.
m 50	° 3,2	° 1,5
100	2,6	1,4
150	2	
200	1,2	
250	0,6	
300	0,4	
350 et au delà.	0,3	

» M. Mohn admet (*loc. cit.*) que sur les côtes en été, peut-être comme règle générale, il existe deux maxima : le premier serait à la surface ; la température s'abaisserait ensuite jusqu'à une profondeur déterminée, où elle présenterait un *minimum*, pour s'élever de nouveau jusqu'au fond. Rien dans nos observations ne justifie cette opinion sur l'existence d'un second maximum : la température s'est toujours montrée à nous régulièrement décroissante jusqu'au fond. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le rapport de la potasse à la soude, dans les eaux naturelles.* Note de M. **Ch. Cloez.**

« Dans la majeure partie des analyses d'eaux naturelles, faites par divers auteurs, les alcalis ne sont pas complètement séparés l'un de l'autre : leur somme est le plus souvent dosée à l'état de sulfates, après élimination de toutes les bases alcalino-terreuses ; ce n'est guère que dans les analyses d'eaux minérales que l'on sépare la soude de la potasse. J'ai voulu rechercher quel est le rapport de ces alcalis dans un certain nombre d'eaux naturelles ; mes expériences ont porté jusqu'à présent sur les eaux qui alimentent la ville de Paris, et servent soit aux usages domestiques, soit à l'arrosage de la voie publique.

» La méthode employée consiste à évaporer à siccité, dans une capsule de platine, trois litres de l'eau à analyser. Le résidu, séché et pesé, est repris par l'eau distillée ; la partie soluble est traitée par l'eau de baryte pure, filtrée et additionnée de carbonate d'ammoniaque en dissolution. La liqueur, après une seconde filtration, ne contient plus que les sels alcalins, mélangés avec une certaine quantité de sels ammoniacaux. On l'évapore de nouveau à siccité, et l'on calcine le résidu, additionné d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, en ayant soin de chauffer assez pour volatiliser tous les sels ammoniacaux, sans entraîner cependant de sels alcalins qui forment le résidu fixe.

» Le résidu est traité par la quantité d'eau strictement nécessaire pour le dissoudre, puis additionné de chlorure de platine en excès; en ajoutant ensuite une quantité d'alcool à 85° égale à dix fois environ le volume de la solution, on peut être certain que le chloroplatinate de potasse sera complètement déposé après un repos de vingt-quatre heures; on le recueille sur un filtre; le produit de la filtration est traité par l'acide sulfurique, et sert à doser la soude à l'état de sulfate anhydre, après que l'on a séparé le platine ajouté en excès par une simple calcination suivie de filtration.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant, qui donne : 1° le poids du résidu de l'évaporation séché à 160°; 2° celui de la potasse; 3° celui de la soude, tous ces poids étant rapportés à 1^lit d'eau. Enfin une quatrième colonne donne, pour les différentes eaux étudiées, le rapport qui existe entre la quantité de potasse et la quantité de soude, le poids de ce dernier alcali étant supposé égal à 100.

	Résidu de l'évaporation.	Potasse.	Soude.	Rapport de la potasse à la soude.
	gr	gr	gr	gr
Eau de la Seine, prise au Port-à-l'Anglais......	0,207	0,0014	0,0059	23,72
» au pont d'Austerlitz......	0,298	0,0012	0,0063	19,04
» à la pompe à feu de Chaillot	0,261	0,0015	0,0094	15,95
» à la machine de St-Ouen..	0,259	0,0030	0,0109	27,61
Eau de la Marne, prise à Saint-Maur	0,319	0,0019	0,0070	27,14
» à la source du Drain, aux machines de St-Maur...	0,332	0,0025	0,0112	22,32
Eau de la Dhuis, prise à la source...........	0,288	0,0005	0,0066	7,57
» en amont du réservoir de Ménilmontant	0,260	0,0006	0,0078	7,68
Eau de la Vanne, prise au regard (hect. 25) en aval de l'usine de Marlay-le-Roi..........	0,235	traces	0,0053	»
Eau de la Vanne, prise dans la bâche d'arrivée du réservoir de Montrouge..................	0,221	traces	0,0064	»
Sources de Cochepie......................	0,256	0,0008	0.0048	16,66
Sources du Nord. — Eau puisée au regard du Chaudron..........	2,821	0,0885	0,1196	73,99
Sources du Nord. — Eau puisée au regard des Grandes-Rigoles......	3,050	0,1320	0,1800	73,33
Sources du Nord. — Eau puisée au regard Saint-Martin.............	2,439	0,0167	0,1095	15,25
Sources du Nord. — Eau puisée au regard du trou Morin.........	1,748	traces	0,0790	»
Sources du Nord. — Eau puisée au regard des Moussins............	1,936	traces	0,0842	»

» Ces résultats montrent évidemment que, sauf pour quelques cas particuliers, la potasse contenue dans les eaux compte au plus pour $\frac{1}{5}$ dans la somme des alcalis (potasse 25, soude 100), et que, si, comme on l'admet, la potasse vient de la décomposition des roches feldspathiques, il faut chercher une autre origine pour la soude, car il est démontré que les roches à base de soude ne sont pas plus fortement attaquées par les agents atmosphériques que les roches à base de potasse. Or la quantité relativement très grande de soude contenue dans les eaux examinées peut s'expliquer par ce fait que, dans la majeure partie de mes analyses, le poids de chlore contenu dans les eaux est presque rigoureusement proportionnel au poids de la soude; ce dernier composé se trouverait donc à l'état de chlorure de sodium, et comme ce chlorure ne peut évidemment pas provenir de la pluie, qui ne contient de sel que jusqu'à une très faible distance des bords de la mer, il faut admettre que tous les terrains, à l'exception peut-être des sols granitiques, sont imprégnés de sel marin : il n'y aurait, au contraire, que les couches argileuses ou marneuses qui contiendraient des sels de potasse.

» C'est ainsi que la Seine et la Marne, qui reçoivent, l'une les eaux des terrains granitiques du Morvan, l'autre les sources de l'argile plastique, se trouvent contenir de la potasse. La Dhuis est dans le même cas, puisque sa source se trouve dans les marnes vertes; mais, comme le captage des eaux, dans le canal de dérivation qui les amène à Paris, se fait très près de la source, la quantité de potasse que contiennent les eaux de cette rivière est relativement très faible.

» Les sources de Cochepie, qui reçoivent par infiltration les eaux de l'argile plastique, sont dans le même cas.

» Au contraire, la Vanne, qui ne coule que sur la craie, sans rencontrer de couches argileuses, ne contient pas de sels de potasse, comme le montrent les analyses que j'ai faites de ses eaux.

Les sources du Nord s'écartent de cette règle, puisque, recevant les eaux des marnes vertes, les unes ne contiennent pas de potasse, les autres en contiennent au contraire de très fortes quantités. Mais ces sources doivent se ranger tout à fait à part dans la classification des eaux, et cette exclusion est motivée par ce fait, qu'elles contiennent toutes une très forte proportion de nitrates et de matières organiques. En outre, et ce fait est à remarquer, les eaux, avant leur entrée dans Paris (regards du trou Morin et des Moussins), ne contiennent pas de potasse. Cet alcali ne fait son apparition que lorsque les eaux ont franchi l'enceinte des fortifications et qu'elles

peuvent alors recevoir par infiltration une certaine quantité des eaux ménagères de Belleville. On ne saurait donc supposer, aux alcalis que l'on rencontre dans ces eaux, la même origine que dans les cas précédemment cités. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fonction complexe de la morphine et sa transformation en acide picrique; de sa solubilité.* Note de M. CHASTAING, présentée par M. Chatin.

« Les faits suivants viennent s'ajouter aux faits déjà connus, pour confirmer la fonction phénolique de la morphine.

» *Action des alcalis.* — La potasse, la soude, la baryte et la chaux dissolvent la morphine dans la proportion de $1^{éq}$ de morphine pour $1^{éq}$ des bases précitées. Les solutions évaporées dans le vide donnent des produits cristallisés contenant $1^{éq}$ de base, $1^{éq}$ de morphine et $2^{éq}$ d'eau.

» *Action de l'acide azotique.* — L'acide azotique quadrihydraté transforme la morphine, à la température de 100°, en un acide de formule $C^{20}H^{9}AzO^{18}$, acide quadribasique et difficilement cristallisable.

» Les sels de baryte et de plomb de cet acide renferment 8HO.

» L'acide monohydraté, agissant en tube scellé, transforme à 100° l'acide $C^{20}H^{9}AzO^{18}$ en acide picrique.

» L'acide picrique a été caractérisé par sa transformation en acide isopurpurique; le précipité qu'il donne avec la potasse et avec certains alcaloïdes; enfin, par sa teneur en azote et en carbone.

» Il existe donc dans la morphine un noyau aromatique qui rend compte de ses propriétés phénoliques.

» *Solubilité de la morphine.* — 1^{lit} d'eau dissout à 0° des traces de morphine; à 10°, $0^{gr},10$; à 20°, $0^{gr},20$; à 40°, $0^{gr},40$ de morphine cristallisée. La solubilité de la morphine dans l'eau, de 0° à 40°, doit donc être représentée par une droite.

» Mais, à partir de 45°, la solubilité croît plus que l'élévation de température. De 45° à 100°, la courbe de solubilité semble affecter la forme d'une parabole.

» En réalité, le poids de morphine dissoute dans 1^{lit} d'eau sera trouvé en faisant dans la formule $y^2 = 2px$, $2p = 47$ de 45° à 55°, et $2p = 46$ de 60° à 100°. y^2 égalant le carré des températures, la formule $\frac{y^2}{2p} = x$ donne, pour x à 100°, $2^{gr},17$. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la production artificielle des formes des éléments organiques.* Note de MM. **D. Monnier** et **C. Vogt**, présentée par M. Robin.

« 1. Des éléments figurés, présentant tous les caractères de forme appartenant aux éléments organiques, tels que cellules simples et à canaux poriques, des tubes à parois, à cloisons, à contenu hétérogène granulé, etc., peuvent être produits artificiellement dans un liquide approprié par le concours de deux sels, formant, par double décomposition, soit deux, soit un seul sel insoluble. L'un de ces sels doit être dissous dans le liquide, tandis que l'autre doit être sous forme solide.

» 2. Les formes d'éléments organiques (cellules, tubes) se produisant tout aussi bien dans un liquide de provenance organique ou semi-organique (sucrate de chaux) que dans un liquide absolument inorganique (silicate de soude), il ne peut plus dorénavant être question de formes distinctives, caractérisant les corps inorganiques d'un côté, les corps organiques de l'autre.

» 3. La formation d'éléments figurés pseudo-organiques dépend de la nature, de la constitution visqueuse et de la concentration des liquides, dans lesquels elle doit se produire. Certains liquides visqueux (solution de gomme arabique, de chlorure de zinc) n'en donnent point.

» 4. La forme des produits pseudo-organiques est constante par rapport aux sels cristallisés et aussi constante que toute forme cristalline des minéraux. Cette forme caractéristique se maintient si bien, qu'elle peut servir même à reconnaître, dans des mélanges, une proportion tout à fait minime d'une substance. On peut employer cette forme comme moyen d'analyse aussi sensible que l'analyse spectrale et différencier, par exemple, les carbonates, sesquicarbonates et bicarbonates alcalins les uns des autres.

» 5. La forme des éléments pseudo-organiques artificiels dépend principalement de l'acide qui entre dans la composition du sel solide. Les sulfates et les phosphates, dans certains cas, engendrent dans la règle des tubes, tandis que les carbonates produisent des cellules.

» 6. A part quelques exceptions, telles que les sulfates de cuivre, de cadmium, de zinc, de nickel, des formes pseudo-organiques ne sont engendrées que par le concours de substances que l'on trouve dans les organismes

réels. C'est ainsi que le sucrate de chaux engendre des formes organiques, tandis que les sucrates de strontiane ou de baryte n'en forment point.

» 7. Les éléments artificiels pseudo-organiques sont entourés de véritables membranes, dialysantes au plus haut degré, ne laissant passer que des liquides. Ils montrent un contenu hétérogène et produisent, dans leur intérieur, des granulations disposées dans un ordre déterminé. Ils sont donc, sous le rapport de leur constitution comme sous celui de leur forme, absolument semblables aux éléments figurés dont sont construits les organismes.

» 8. Il est probable que les éléments inorganiques, contenus dans le protoplasme organique, jouent un certain rôle dans la constitution des éléments organiques figurés pour la détermination des formes que ces éléments présentent. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le développement de végétations cryptogamiques à l'extérieur et à l'intérieur des œufs de poule.* Note de M. C. DARESTE.

« Dans le cours d'une série de recherches sur l'évolution de l'embryon de la poule dans l'air confiné, j'avais soumis à l'incubation artificielle un œuf placé dans un vase hermétiquement fermé par un bouchon de caoutchouc, et d'une capacité peu considérable (0^{lit},35 environ). Au sixième jour, l'œuf se recouvrit de taches vertes formées de moisissures fructifiées; puis, je vis apparaître sur la coquille des filaments blancs ou mycéliums, qui ne tardèrent pas eux-mêmes à développer des fructifications. Lorsque j'ouvris l'œuf, quelques jours après, je trouvai une couche assez épaisse de mycéliums, adhérente à la membrane coquillière. Il n'y avait aucune trace d'embryon.

» Je crus d'abord qu'il s'agissait là d'un fait exceptionnel. Mais l'expérience souvent répétée, avec des œufs ayant la même provenance, m'a presque toujours donné les mêmes résultats. Sur plus de soixante œufs que j'ai mis en incubation dans ces conditions exceptionnelles, je n'en ai trouvé que trois qui aient été complètement exempts de ces végétations cryptogamiques. Je constatai seulement, contrairement à ce que j'avais vu dans ma première expérience, que, dans plusieurs de ces œufs, l'embryon avait commencé à se développer, et qu'il avait péri, plus tôt ou plus tard, dans le cours de la première semaine.

» Il y avait, dans tous ces œufs, en outre des moisissures développées

et fructifiées à l'extérieur, des masses considérables de mycéliums, occupant le plus ordinairement certains points de la face intérieure de la membrane coquillière; mais, dans certains cas aussi, flottant dans l'albumine ou ramifiés dans le jaune. Lorsque ces mycéliums s'étaient produits dans le voisinage de la chambre à air, cette cavité s'était remplie de moisissures vertes fructifiées. Dans certains cas, j'ai trouvé ces moisissures fructifiées dans des chambres à air adventives, produites par le dédoublement de la membrane coquillière à une certaine distance du gros bout de l'œuf. Ces moisissures appartenaient à plusieurs espèces, qui souvent coexistaient. La plus fréquente était l'*Aspergillus*.

» Quelle est l'origine de ces végétations? Doit-on l'attribuer à la germination de spores adhérentes aux parois des vases qui servent à l'incubation ou contenues dans l'air qu'ils contiennent; de spores déposées sur la coquille pendant l'intervalle de temps qui sépare la ponte de l'incubation; ou enfin de spores enfermées dans l'œuf lui-même, pendant qu'il achève de se former dans l'oviducte?

» De nombreuses expériences m'ont conduit à mettre en doute les deux premières explications. J'ai chauffé les vases qui devaient contenir les œufs dans une étuve à 120°, pour tuer les spores adhérentes à leurs parois ou contenues dans l'air. Dans d'autres expériences, j'ai cherché à tuer les spores adhérentes à la coquille, par de la poussière de vapeur d'eau phéniquée. Malgré l'emploi de ces moyens pour me débarrasser des spores étrangères à l'œuf, je vis les végétations cryptogamiques se développer à l'extérieur et à l'intérieur des œufs, aussi abondamment que dans mes précédentes expériences. Je suis donc conduit à admettre que ces spores ont été enfermées dans l'œuf au moment où le jaune s'enveloppe, dans l'oviducte, des couches d'albumine, puis s'enferme dans la coquille.

» Je sais bien que les procédés dont je me suis servi pour tuer les spores ne sont pas à l'abri de toute objection; et, par conséquent, je ne suis pas complètement sûr d'avoir empêché leur présence. Je ne considérerais donc l'incarcération des spores dans l'intérieur des œufs que comme l'hypothèse la plus probable, si elle ne résultait pour moi d'autres expériences que je vais maintenant indiquer.

» Les œufs qui avaient servi à mes premières expériences provenaient tous d'une même localité du département de Seine-et-Oise. Je me procurai des œufs d'autres provenances. Un lot d'œufs du département de la Vienne me donna seulement trois œufs infectés, et huit qui ne l'étaient point. Dans une autre expérience, où j'ai mis en incubation des œufs des départements

de l'Oise et de l'Eure, concurremment avec ceux de Seine-et-Oise; ces derniers présentaient, au bout de douze jours d'incubation, cinq œufs infectés sur six. Au contraire, six œufs du département de l'Eure ne m'ont présenté que deux cas d'infection. Les sept œufs du département de l'Oise étaient au contraire, complètement intacts.

» Cette différence, entre des œufs placés dans des conditions absolument identiques, ne peut évidemment s'expliquer que par l'incarcération des spores dans les œufs, pendant leur passage dans l'oviducte, et avant la formation de la coquille. De plus, elle indique que la cause qui infecte les œufs est essentiellement une cause locale.

» M. Gayon, dans un remarquable travail sur les altérations spontanées des œufs, a parfaitement indiqué le mécanisme de cette infection. Il a montré que l'invagination de l'oviducte, au moment de l'accouplement, met sa membrane muqueuse en contact avec celle du cloaque, et même aussi avec celle du cloaque du coq. L'oviducte, en reprenant sa place primitive, entraîne avec lui les microbes et tous les corps étrangers qu'il peut rencontrer dans ces cavités. De pareils faits se produisent également au moment de la ponte.

» On a souvent constaté l'existence de corps étrangers dans l'intérieur des œufs. J'ai moi-même observé récemment un très remarquable fait de ce genre : il y avait, dans l'albumine d'un œuf, des pellicules de son parfaitement reconnaissables à leur structure et au nombre considérable de grains d'amidon qu'elles contenaient ; ces pellicules avaient bien 1^{mm} en diamètre. Les diamètres des spores ne s'évaluent que par millièmes de millimètre.

» Si l'infection des œufs a pour origine des spores provenant du cloaque et ayant pénétré dans l'oviducte, on doit en chercher la cause dans la mauvaise tenue et la malpropreté des poulaillers. Je me contente de signaler ce fait aux personnes qui élèvent des poules.

» Que deviennent ces œufs infectés, quand on les soumet à l'incubation naturelle ou à l'incubation artificielle normale? Sans doute, dans toutes les expériences dont je viens de faire mention, je m'étais placé dans des conditions tout exceptionnelles, ce qui devait favoriser le développement exubérant de ces végétations. Les œufs se trouvaient dans une atmosphère complètement saturée d'humidité, par suite de la transpiration insensible de l'œuf. Mais, même dans les conditions ordinaires de l'incubation, les spores incarcérées dans l'œuf peuvent germer, produire des mycéliums, et parfois même des moisissures fructifiées dans la chambre à air ; seule-

ment, je n'ai pas vu, dans ces conditions, ces végétations se faire jour au travers de la coquille. L'abondance plus ou moins grande de ces végétations peut empêcher complètement le développement du poulet, ou l'arrêter plus ou moins rapidement lorsqu'elle a commencé. C'est là l'une des principales causes de la mort précoce de l'embryon dans l'œuf, et, par suite, des inégalités que l'on observe constamment dans les résultats des incubations. J'ai signalé depuis longtemps le fait de l'individualité propre des œufs qui détermine les différentes manières dont ils subissent l'influence des actions physiques extérieures. L'absence des spores, ou leur présence en nombre plus ou moins grand, est évidemment une des conditions de cette individualité. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une tuberculose parasitaire du chien et sur la pathogénie du follicule tuberculeux.* Note de M. **Laulanié**, présentée par M. Bouley.

« J'ai eu récemment l'occasion d'observer dans le poumon du chien des altérations provoquées par les œufs d'un nématoïde, le *Strongylus vasorum* (Baillet), auxquelles leur identité avec celles de la tuberculose me paraît prêter un grand intérêt.

» Mais, avant de faire connaître les faits qui font l'objet principal de cette Note, il est, je crois, indispensable d'esquisser en quelques mots les phases principales des migrations du strongle des vaisseaux telles qu'on les connaissait ou telles qu'il est possible de les présumer d'après mes observations.

» Les strongles des vaisseaux vivent, *à l'état adulte*, dans le ventricule droit et les grandes divisions de l'artère pulmonaire du chien, où ils se réunissent en pelotons plus ou moins volumineux, composés de mâles et de femelles. Ces amas provoquent infailliblement, dans le point du vaisseau où ils sont immobilisés, une endartérite dont les végétations affectent la forme de cordages ou de lames anastomosées qui maintiennent le peloton parasitaire et l'empêchent de céder au courant sanguin. C'est dans ces parties centrales de la circulation pulmonaire que les strongles s'accouplent. Les œufs fécondés sont transportés, au fur et à mesure de leur émission, dans les divisions les plus fines et les plus éloignées du territoire vasculaire de l'artère où sont établis les adultes, c'est-à-dire dans les arté-

rioles à une seule couche de fibres musculaires ou dans les capillaires. C'est là qu'ils parcourent les diverses phases de leur développement. Les embryons éclosent à l'intérieur des artérioles ou des capillaires, et ne tardent pas à émigrer vers les bronches de petit calibre, où on les retrouve en grand nombre sur les coupes examinées au microscope.

» La présence des embryons dans les bronches, qui n'avait pas été signalée encore, permet légitimement de supposer qu'ils sont expulsés par les voies respiratoires pour être ensuite accidentellement introduits dans l'appareil digestif d'un autre chien. Je poursuis d'ailleurs la vérification expérimentale de cette hypothèse, que les faits précédents suggèrent naturellement.

» Les poumons dont les vaisseaux sont remplis de strongles sont criblés de fines granulations grises, demi-transparentes, saillantes, qui donnent un aspect perlé ou chagriné aux surfaces de sections, et réalisent, par leurs caractères physiques et leur nombre considérable, toutes les apparences de la granulie. Il faut signaler cependant une particularité importante, relative à la localisation des granulations parasitaires que l'on voit s'accumuler à la base des lobes du poumon, et qui deviennent de plus en plus rares en se rapprochant du sommet, où elles disparaissent à peu près complètement. Cette localisation, inverse de celle des lésions de la tuberculose, jointe à l'immunité bien connue des animaux de la race canine à l'endroit de la phthisie spontanée, suffit à empêcher toute confusion.

» J'ai étudié attentivement les caractères histologiques de cette fausse tuberculose, jusqu'ici restée inaperçue, et les résultats auxquels je suis arrivé s'introduisent naturellement dans le débat soutenu en ce moment sur la spécificité anatomique du tubercule et sa pathogénie. Je retiendrai seulement de mes observations les faits les plus généraux et les conclusions qui s'en dégagent naturellement.

» Les œufs ou les embryons arrêtés dans les fines artérioles deviennent le point de départ d'une *artérite noduleuse, réunissant dans sa structure tous les caractères que l'on assigne, depuis Köster, aux follicules élémentaires de la tuberculose*. On trouve en effet, au centre de chaque foyer noduleux, *un œuf ou un embryon niché dans une cellule géante*. Cette dernière est entourée d'une couronne plus ou moins abondante de cellules épithélioïdes et d'une zone externe embryonnaire qui tend fréquemment à la formation fibreuse.

» Les détails précédemment exposés sur l'habitat des strongles aux dif-

férentes phases de leur développement suffiraient à démontrer que le groupe cellulaire formé par la cellule géante et sa couronne de cellules épithélioïdes sont une origine intra-vasculaire et procèdent de l'endothélium du vaisseau oblitéré. Mais on peut, d'autre part, surprendre assez fréquemment la continuité de ce dernier avec le follicule, et constater que sa lumière se dilate brusquement au niveau de la cellule géante : il est même possible de voir les altérations préliminaires qui aboutissent à la formation du follicule. A une certaine distance de ce dernier, l'endothélium vasculaire est hypertrophié, et ses éléments font saillie à l'intérieur du vaisseau. Au voisinage des follicules, ils prolifèrent et forment une colonne de cellules éphithélioïdes en continuité avec celles qui enveloppent la cellule géante.

» Il s'agit bien, par conséquent, d'une artérite nodulaire, possédant la structure du follicule élémentaire, que M. Kiener décrivait, il y a quelque temps, sous les noms d'*anévrisme miliaire* tuberculeux ou *nodule engaînant* (1).

» J'ajoute que les phénomènes précédents, se produisant le plus ordinairement sur les vaisseaux très rapprochés, forment des nodules composés qui auraient la plus frappante analogie avec l'*angiôme plexiforme* tuberculeux du même auteur, si leur développement s'était fait autour de vaisseaux de nouvelle formation.

» Certes, la théorie vasculaire du follicule repose sur un ensemble assez imposant de travaux pour être définitivement acquise à la science. Aussi les faits dont je viens de présenter une analyse sommaire me paraissent-ils apporter moins un supplément de démonstration qu'un témoignage indirect et d'une forme nouvelle, qui rappelle les expériences de M. Hippolyte Martin sur la tuberculose expérimentale (2).

» La reproduction spontanée, mais cependant artificielle, du follicule tuberculeux, sous l'influence banale des œufs d'un nématoïde, nous conduit, d'autre part, à une conclusion déjà acquise d'ailleurs, c'est-à-dire à la négation de la spécificité anatomique du tubercule.

» Il me paraît donc légitime de conclure :

» 1° Que l'agent spécifique de la tuberculose agit de la même manière

---

(1) *De la tuberculose dans les séreuses, chez l'homme et les animaux inoculés;* par M. Kiener (*Archives de Physiologie*, nos 5 et 6); 1880.

(2) Tuberculose des séreuses et du poumon. — *Pseudo-tuberculose expérimentale*, par M. Hippolyte Martin, brochure de Physiologie, n° 1; 1880.

que les œufs des strongles et porte son action initiale sur les vaisseaux dans lesquels il est en circulation;

» 2° Que le follicule tuberculeux n'est pas autre chose qu'une vascularité noduleuse;

» 3° Qu'il est dépourvu de toute spécificité anatomique.

» Dans une prochaine Note, je réunirai un certain nombre de faits tendant à établir le mode de développement et la signification des cellules géantes. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DE LA SCIENCE. — *Documents relatifs au sujet du séjour de Papin à Venise.* Note de M. **Daubrée.**

« L'étude sur *la vie et les Ouvrages de Denis Papin,* publiée en 1869 par MM. L. de la Saussaye et Péan, comprend des détails pleins d'intérêt sur le séjour que Papin fit à Venise. Ayant connu à Londres Paolo Sarotti, résident du Sénat de Venise (¹), il accepta de l'accompagner à Venise comme membre d'une Académie que voulait fonder Sarotti, dans le genre de la Société royale de Londres. Les papiers de cette Académie, qui se tenait chez Sarotti, n'ont pu être retrouvés ; mais Papin (voir *La manière d'amollir les os,* Section III, p. 164 ; Amsterdam, 1688) a donné le discours prononcé par le fils de Sarotti dans la séance d'inauguration et le procès-verbal des expériences dont les séances furent remplies pendant deux années. Les séances étaient publiques.

(¹) D'après Brown (*Calendar of state Papers, Venetian,* vol. I), Paul Sarotti a été résident à Londres du 26 avril 1670 au 21 juin 1675, et du 21 juin 1686 jusqu'au 29 avril 1689. D'après Bapt. Nani, Sarotti aurait exercé ces fonctions dès 1669.

» Le haut intérêt qui s'attache à tout ce qui concerne Papin m'a engagé à profiter d'un récent voyage à Venise pour rechercher quelques documents relatifs à cette Académie et aux travaux dont Papin s'était préoccupé à Venise.

» Les obligeantes et actives recherches qu'a bien voulu faire, pour répondre à ce désir, M. G. Berchet, avec l'aide de plusieurs de ses amis, n'ont pas fourni le résultat espéré. Cependant quelques documents sur l'une des plus anciennes Académies et sur son fondateur méritent peut-être d'être signalés.

» La famille Sarotti est très ancienne en Italie, et, avant le XVIIe siècle, s'était transférée de Bergame à Venise. Un monument de Santa Maria Nuova est élevé à la mémoire d'un Sarotti, mort à Venise en 1598.

» Paolo Sarotti, celui qui connut Papin à Londres, fit bâtir près de San Casciano, avec une très grande dépense, un palais qui compte parmi les plus élégants et les plus commodes de la ville. Dès l'an 1632, il aurait jeté les premiers fondements, dans sa propre maison, d'une Académie dont le but était principalement l'étude des Sciences philosophiques (1).

» Domenico Martinelli, dans son *Rittrato* (p. 604-605, édit. de 1684), en parlant des bibliothèques célèbres de son temps, dit :

« Mais, particulièrement pour les livres rares et étrangers, est fameuse celle de MM. Sarotti, rue de San Felice, qui la tiennent, d'une manière la plus aimable, ouverte trois jours par semaine, le lundi, le mercredi et le vendredi, en donnant à tout le monde la commodité, non seulement de lire, mais de copier; et de plus les lundis, dans l'après-dîner, on y tient séance académique publique de Sciences philosophiques et mathématiques.

» Frescher (2) raconte comment le fils de Paolo Sarotti fit, en Angleterre et en Hollande, l'acquisition de beaucoup de livres rares et curieux, et les ayant apportés à Venise, joints à ceux qu'il avait déjà de la France et de l'Italie, fonda une bibliothèque qu'il mit à la disposition du public, « véritable hardiesse, dit Frescher, parce que, étant Sarotti un homme d'État, il s'exposait à recevoir chez lui des personnes suspectes et non suspectes. Quant à l'Académie, le fils avait rapporté d'Angleterre, outre les livres, des machines pneumatiques du célèbre M. Boyle, et avec ces machines les académiciens faisaient des expériences. D'abord la chose rencontra beaucoup de faveur, quoique, à dire la vérité, le peu de vrais savants

(1) Cicogna, *Inscriptions*, vol. III, p. 287.
(2) *Nouvelle relation de la ville et République de Venise*; Utrecht, 1709, p. 335 à 336.

» qu'il y a à Venise fît peu d'honneur à ces grands moyens. » Au nombre de ceux qui fréquentaient la bibliothèque se trouvaient les personnes de la cour de l'ambassadeur de France. Un jeune abbé français en était le bibliothécaire.

» Parmi les travaux qui s'exécutèrent dans l'Académie Sarotti, on peut citer, d'après Struvio ([1]), deux discours qu'y prononça Luc. Antonio Porzio, napolitain, l'un traitant de la cause du commencement de la respiration chez les enfants, et l'autre de sa manière mécanique, 1690. Ces discours ont été imprimés par le même Bulifon.

» Gimma aussi, dans ses *Éloges académiques*, t. Ier, p. 151, rapporte que Porzio, qui fréquentait l'Académie Sarotti, y récita plusieurs dissertations pleines d'une profonde philosophie, notamment la dissertation *De natura rarefactionis et condensationis*. Antongiovanni Bonicelli, dans la préface du Tome II de la *Bibliotheca Pisanorum Veneta* (1807), expose quelques conjectures sur cette Académie, et, à la page 357, rapporte que les expériences qu'on faisait à l'Académie n'étaient pas l'effet du hasard, mais bien d'une méthode raisonnée et progressive. Ainsi Struvio ne se trompe pas en disant : *quæ* (l'Académie) *rerum naturalium arcana indagare sibi proposuerat;* mais il se trompe en qualifiant de sénateur vénitien Sarotti, qui appartenait à l'ordre des marchands, et par conséquent ne peut avoir été envoyé à la cour de Londres comme ambassadeur. D'après M. le comte Robert, il est constant que l'Académie Sarotti existait encore en 1690.

» Quoi qu'il en soit, Venise peut s'enorgueillir d'avoir eu une Académie qui, comme celle de Nenzi et de Cornaro, a voulu imiter celle del Cimento et faire, comme elle, des expériences non au hasard, mais avec une méthode raisonnée et progressive, comme il vient d'être rapporté. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les puissances et les racines de substitutions linéaires;* par M. **Sylvester**.

« On sait ce que veut dire un déterminant de substitution. Ces déterminants ne diffèrent nullement, dans leur forme extérieure, des déterminants ordinaires, que l'on peut nommer *déterminants absolus*, mais les lois de

([1]) *Introductio in notitiam rei litterariæ et usum bibliothecarum*, Francof. et Lips., 1784, t. II, in-8, et par Bulifon, *Lettere memorabili, Raccolta* 2da; Napoli, 1693, p. 237.

combinaisons ne sont pas les mêmes dans les deux cas. Ainsi, par exemple, l'inverse du déterminant absolu $\begin{vmatrix} a & \alpha \\ \beta & b \end{vmatrix}$ est

$$\begin{vmatrix} \frac{b}{\Delta} & -\frac{\beta}{\Delta} \\ -\frac{\alpha}{\Delta} & \frac{a}{\Delta} \end{vmatrix}$$

où

$$\Delta = ab - \alpha\beta,$$

tandis que pour ce même déterminant, envisagé comme déterminant de substitution, l'inverse est

$$\begin{vmatrix} \frac{b}{\Delta} & -\frac{\alpha}{\Delta} \\ -\frac{\beta}{\Delta} & \frac{a}{\Delta} \end{vmatrix},$$

et ainsi, en général, l'inverse d'un déterminant de substitution est ce que l'on peut nommer le *transversal* de l'inverse d'un déterminant absolu, c'est-à-dire ce que ce déterminant devient quand, en prenant la diagonale qui joint le premier au dernier terme comme axe, on fait décrire à l'inverse ordinaire une demi-révolution autour de cet axe. De même pour la multiplication de deux déterminants de substitutions A et B, chacun de l'ordre n; pour obtenir le produit de A par B, il faut multiplier ensemble le transversal de A par B, selon la règle ordinaire, ce qui donnera un déterminant C'; C, le transversal de C', sera le produit de la substitution A par la substitution B.

» Ainsi, tandis que le carré d'un déterminant absolu quelconque est un déterminant symétrique, le carré d'un déterminant non symétrique de substitution reste asymétrique.

» Soit un déterminant quelconque donné, et ajoutons le terme $-\lambda$ à chaque terme diagonal; on obtient ainsi une fonction de λ; je nomme les racines de cette fonction racines *lambdaïques* du déterminant donné, et j'obtiens facilement les deux théorèmes suivants :

» 1° *Les racines* lambdaïques *de l'inverse d'un déterminant sont les réciproques des racines* lambdaïques *du déterminant lui-même.*

» 2° *i étant un nombre entier et positif quelconque, les $i^{èmes}$ puissances des racines* lambdaïques *d'un déterminant* de substitution *sont identiques avec les racines* lambdaïques *de la puissance $i^{ème}$ du déterminant.*

» En réunissant ces deux énoncés, on parvient à ce théorème plus général :

» *i étant une quantité commensurable quelconque, les $i^{\text{èmes}}$ puissances des racines* lambdaïques *d'un déterminant de substitution sont identiques avec les racines* lambdaïques *de $i^{\text{ème}}$ puissance du déterminant.*

» Si le déterminant est symétrique, on n'a pas besoin de le définir comme représentant une substitution, car, pour les déterminants symétriques (qu'ils soient envisagés comme absolus ou comme substitutifs), les lois d'opération deviennent identiques.

» Avec l'aide du théorème sur les racines lambdaïques, je parviens facilement à la résolution de ce beau problème :

» *Extraire la racine $\mu^{\text{ième}}$, ou plus généralement trouver la puissance $i^{\text{ième}}$ d'une substitution donnée, i étant un nombre commensurable quelconque.*

» Voici la solution. Soit n l'ordre du déterminant de substitution donné.

» Soient K un terme quelconque dans ce déterminant, K_θ le terme qui occupe, dans la puissance $\theta^{\text{ième}}$ du déterminant, la même position que K dans le déterminant lui-même. De plus, soient $K_0 = 1$ quand K est un terme dans la diagonale, et $K_0 = 0$ dans tout autre cas. Alors je dis que, pour une valeur commensurable quelconque de i, positive ou négative, en nommant la somme des quantités $\lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_n$, S_1, leur produit S_{n-1} et en général la somme de leurs combinaisons binaires, ternaires, etc., S_2, S_3, on aura

$$K_i = \sum \frac{K_{n-1} - S_1 . K_{n-2} + S_2 . K_{n-3} - \ldots \pm S_{n-2} . K_1 \mp S_{n-1} . K_0}{(\lambda_1 - \lambda_2)(\lambda_1 - \lambda_3) \ldots (\lambda_1 - \lambda_n)} \lambda_1^i,$$

où $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_n$ sont les racines lambdaïques du déterminant donné.

» Si l'on fait $i = \frac{1}{\mu}$, où μ est un nombre entier, on voit que le nombre des $\mu^{\text{ièmes}}$ racines est μ^n et consistera en μ^{n-1} groupes de μ matrices pour chaque groupe, ou pour le même groupe on passe d'une matrice à une autre, en multipliant chacun des n^2 éléments qu'il contient par la même racine $\mu^{\text{ième}}$ de l'unité.

» Il peut arriver que les racines *lambdaïques* du déterminant ne soient pas toutes inégales; alors la formule générale pour K_i subira une modification qu'on déduit facilement du théorème général, au moyen de l'introduction de différences infinitésimales entre les racines.

» Il y a cependant un cas très particulier qu'on ne doit pas manquer de

signaler : c'est le cas où le nombre de solutions devient infini pour une valeur finie de i, où, en effet, le problème à résoudre devient un véritable porisme; dans ce cas, des n^2 quantités qu'on cherche, $n^2 - n$, c'est-à-dire tous les termes en diagonales, restent absolument arbitraires. C'est le cas où le déterminant donné est de la forme la plus simple possible, c'est-à-dire où tous les termes qui se trouvent dans la diagonale du déterminant donnés ont des zéros, et tous les termes qui sont, dans la diagonale, égaux entre eux. Pour plus de clarté, supposons que tous les termes qui ne disparaissent pas sont des *unités*.

» 1° Pour que le problème soit résoluble, il faut que μ ne soit pas moindre que n.

» 2° μ n'étant pas inférieur à n, la seule condition nécessaire et suffisante pour que la $\mu^{\text{ième}}$ puissance du déterminant Δ soit de la forme proposée est que les *racines lambdaïques* de Δ soient égales respectivement à μ *racines distinctes* (choisies à volonté) de l'unité.

» Par exemple, si $n = 2$, pour que la $\mu^{\text{ième}}$ puissance de la substitution $\begin{vmatrix} a & \alpha \\ \beta & b \end{vmatrix}$ soit de la forme $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$, on n'a qu'à faire les racines de

$$\lambda^2 - (a + b)\lambda + ab - \alpha\beta = 0,$$

égale à

$$\cos\frac{2r\pi}{\mu} + i\sin\frac{2r\pi}{\mu}, \quad \cos\frac{2s\pi}{\mu} + i\sin\frac{2s\pi}{\mu},$$

respectivement.

» Si l'on veut seulement que la $\mu^{\text{ième}}$ puissance de $\begin{vmatrix} a & \alpha \\ b & \beta \end{vmatrix}$ soit de la forme $\begin{vmatrix} A & 0 \\ 0 & A \end{vmatrix}$, A étant arbitraire, il suffira que les deux racines de λ soient dans le rapport de 1 à une $\mu^{\text{ième}}$ puissance imaginaire quelconque de l'unité, de sorte qu'on peut mettre

$$\lambda_1 = k\left(\cos\frac{r\pi}{\mu} + i\sin\frac{r\pi}{\mu}\right),$$

$$\lambda_2 = k\left(\cos\frac{r\pi}{\mu} - i\sin\frac{r\pi}{\mu}\right),$$

ce qui donne pour la seule condition nécessaire et suffisante

$$(a + b)^2 = 4\left(\cos\frac{r\pi}{\mu}\right)^2(\omega b - \alpha\beta).$$

C'est la solution bien connue du problème soulevé et résolu par le célèbre

M. Babbage, dans son traité *Sur le Calcul des fonctions : Trouver*

$$\varphi(x) = \frac{ax+\alpha}{bx+\beta},$$

tel que $\varphi^{\mu}(x) = x$. La même question a été bien plus récemment considérée de nouveau par M. Serret (voir son *Cours d'Algèbre supérieure*, t. II, p. 356-362). »

M. Lalanne, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de la Notice qu'il vient de publier dans les « Annales des Ponts et Chaussées » (Cahier de novembre), sur « La vie et les travaux d'Eugène Belgrand », s'exprime de la manière suivante :

« Après les témoignages nombreux de haute estime et de sympathie décernés à la mémoire de Belgrand, témoignages parmi lesquels il faut citer, avant tout, ceux qui viennent de l'Académie elle-même; après les éloquents adieux de M. le général Favé et de M. Daubrée; après surtout l'éloge prononcé par M. J. Bertrand dans la séance publique annuelle du 1er mars 1880, l'auteur de la présente Notice aurait peut-être dû reculer devant la tâche honorable qu'il avait d'abord acceptée imprudemment, sur les instances de la famille et des principaux collaborateurs de notre regretté confrère. Notre éminent Secrétaire perpétuel n'a pas voulu qu'il en fût ainsi, et, traçant lui-même le programme de ce qu'il croyait encore utile de faire, il avait dit devant l'assemblée d'élite, captivée par le charme de sa parole : « Le Corps des Ponts et Chaussées, respectueux comme nous » pour ses morts illustres, et soigneux de transformer en leçons pour » l'avenir le témoignage intelligent et fidèle du passé, proposera prochai- » nement, dans les « Annales des Ponts et Chaussées », comme un exemple » pour tous les ingénieurs, l'histoire de cette vie laborieuse et utile. »

» Si l'Académie trouve quelque intérêt dans certains détails inédits, tous honorables pour la mémoire d'un confrère qui ne comptait que des amis dans cette enceinte, elle m'excusera, je l'espère, d'avoir osé prendre la parole en obéissant, quoique plus tardivement que je ne l'aurais voulu, à une mise en demeure exprimée en termes aussi encourageants. »

M. Bouley fait hommage à l'Académie d'un Volume contenant les Leçons de Pathologie comparée qu'il a faites au Muséum d'Histoire naturelle pendant l'année 1881, sous le titre « Le progrès en Médecine par l'expérimentation ».

M. R. Clausius fait hommage à l'Académie de deux Mémoires qu'il vient de publier, sous le titre « Ueber die theoretische Bestimmung des Dampfdruckes und der Volumina des Dampfes und der Flüssigkeit. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE — *Etude expérimentale sur la métalloscopie, l'hypnotisme et l'action de divers agents physiques dans l'hystérie.* Mémoire de MM. A. Dumontpallier et P. Magnin, présenté par M. Bouley. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Faye, Edm. Becquerel, Bouley, Vulpian.)

« Toutes les expériences relatées dans le Mémoire que nous avons l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie ont été faites sur des malades hystériques du service de M. Dumontpallier.

» Sur ces malades, sensibles ou insensibles de tout le corps, on peut, par l'application du métal qui leur convient sur telle ou telle partie, fixer ou faire apparaître la sensibilité dans telle ou telle région, et cela au gré de l'expérimentateur.

» On peut, de plus, la malade étant dans l'état d'hypnotisme, à l'aide des plaques convenablement disposées, produire des phénomènes croisés de catalepsie et de contracture, et, de plus, diviser l'être hypnotisé en quatre segments, de haut en bas, dans le sens transversal, savoir :

» L'un supérieur (zone sus-ombilicale), l'autre inférieur (zone sous-ombilicale), qui pourront, à la volonté de l'expérimentateur, être mis en état de contracture ou de catalepsie, puis un troisième segment, intermédiaire aux deux premiers (zone ombilicale), sur lequel étant appliquées les plaques, on peut éveiller la malade ou empêcher tout phénomène hypnotique. Enfin il existe un quatrième segment (zone supérieure ou frontale), dont le rôle expérimental est le même que celui de la zone ombilicale.

» La malade peut être aussi divisée en deux segments dans le sens vertical, l'un droit, l'autre gauche, qu'on peut mettre alternativement en catalepsie ou en contracture, suivant la disposition des plaques.

» En dehors de toute application métallique sur nos malades hystériques, il nous a été facile de constater mainte fois l'existence des actes croisés ci-dessus énoncés.

» L'élévation du membre inférieur gauche, par exemple, déterminait souvent l'élévation du membre supérieur droit, en état de catalepsie. On observait le même acte croisé si, au lieu d'agir sur le membre inférieur, on avait agi sur le membre supérieur.

» D'autres fois, l'élévation du membre inférieur gauche déterminait simultanément l'élévation du membre inférieur droit, et réciproquement. D'autres fois, enfin, l'élévation alternative de l'un ou de l'autre des membres inférieurs déterminait un abaissement ou une élévation du membre opposé.

» Lorsque les mêmes expériences portaient sur les membres supérieurs, nous constations, en agissant sur un seul membre, les actes absolument similaires du côté opposé.

» De tous ces faits, nous nous croyons autorisés à supposer qu'il existe dans la région dorso-lombaire de la moelle un entrecroisement des fibres sensitives et motrices, d'où procéderaient les mouvements simultanés du membre supérieur d'un côté et du membre inférieur du côté opposé, de telle sorte qu'une excitation de la surface d'un des membres inférieurs détermine en même temps le mouvement du membre supérieur du côté opposé.

» Ce fait expérimental peut rendre compte de la marche physiologique des quadrupèdes, de la marche de l'homme lorsqu'il se met *à quatre pattes* et du balancement des membres supérieurs opposés, dans la marche normale et dans la course, aux mouvements des membres inférieurs.

» Il existe aussi vraisemblablement un entrecroisement analogue dans la région cérébro-cervicale.

» Enfin, il existe probablement un centre de synergie simultanée pour les mouvements des membres supérieurs, de même que pour ceux des membres inférieurs.

» De ces faits ressort aussi cette conclusion, qu'une irritation périphérique minime (piqûre légère) de toutes les régions de la peau restées sensibles détermine rapidement des actes réflexes cutano-musculaires, qui se traduisent par une contracture violente et plus ou moins durable des muscles correspondant à la zone cutanée sur laquelle a porté l'excitation.

» On a invoqué, pour l'interprétation des phénomènes divers auxquels on peut donner lieu chez les femmes hystériques, l'existence d'une *force neurique, rayonnant* des personnes qui déterminent ces manifestations.

» Nos expériences nous conduisent à penser que ces manifestations ne procèdent, toutes, que des modifications périphériques déterminées par des agents physiques.

» Nous avons éprouvé successivement : le vent d'un soufflet, la chaleur, le froid, les courants électriques faibles, l'aimant, la lumière solaire ou artificielle (lampe de Drummond), les raies du spectre, le son, l'application des métaux, les actions de simple contact, etc.

» Nous avons vu nettement que la plus minime action de l'un de ces agents suffisait pour rendre manifeste l'excessive excitabilité de la surface cutanée de l'hystérique en hypnotisme et consécutivement donner naissance à des contractures musculaires considérables.

» Pour n'en donner qu'un exemple : l'extrémité d'un tube de caoutchouc, long de 6 à 7^m, étant placée près du pied de la malade, une montre est approchée du porte-voix dont est munie l'autre extrémité du tube. Immédiatement le pied se met en mouvement, et les mouvements sont synchrones avec le tic-tac de la montre. Le son est-il amené spécialement sur le jambier antérieur, il se produit un pied bot *varus équin*, tout comme sous l'influence de la piqûre (expérience de M. Lyon).

» Tous ces agents déterminent une action qui se continue un temps variable et, de plus, l'agent qui a fait l'action peut aussi la défaire. De même l'un quelconque des mêmes agents peut défaire l'action produite par chacun des autres agents.

» Il convient toutefois de remarquer que l'action la plus rapide est produite par le vent d'un soufflet ordinaire, lequel défait rapidement sa propre action ou les actions produites par tous les autres agents.

» Nous devons dire aussi que plusieurs des agents susénoncés, et en particulier l'action du doigt, l'action de la lumière, du regard, du vent du soufflet, des plaques métalliques, du son, etc., peuvent faire cesser, d'une façon plus ou moins durable, la faculté du langage articulé et écrit, lorsqu'on agit sur l'une ou l'autre des régions temporales, de même que ces agents, portés sur la région frontale, font perdre aux malades la faculté de la notion de l'usage des objets et la faculté du calcul.

» De même aussi, ces agents, qui abolissent pour un temps plus ou moins durable ces différentes facultés, sont susceptibles de les faire recouvrer immédiatement.

» Notons que, outre les phénomènes que nous venons de rapporter, l'action des différents agents portés sur différents points de la surface du crâne détermine des mouvements de la tête et des membres.

» Il ressort de tous ces faits que les hystériques, en état d'hypnotisme, offrent une hyperexcitabilité nerveuse telle, qu'il n'est peut-être pas d'instrument de physique qui puisse accuser à un même degré des actions aussi infinitésimales déterminées par les différents agents susénoncés.

» Il en ressort aussi que la force dite *neurique rayonnante* n'est qu'une manifestation d'actes physiques dont on a invoqué l'existence.

» M. Dumontpallier tient à remercier publiquement M. le professeur Bouley, auquel il a fait connaître ses premières expériences, de ses encouragements et du conseil qu'il lui a donné de chercher le déterminisme de tous ces phénomènes, en expérimentant sur ses malades l'action des différents agents physiques.

» Ajoutons que les expériences proposées par M. Lyon, ancien élève de l'École Polytechnique, élève à l'École des Mines, sont venues confirmer l'opinion, émise par lui dès le début de la collaboration qu'il nous prête, que tous les phénomènes produits étaient absolument indépendants de la volonté de l'expérimentateur, et procédaient exclusivement de l'action des agents physiques. Nous constatons de plus la part qui lui revient dans la direction de la plupart de nos expériences avec les agents physiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE — *Sur les procédés de cuivrage de la fonte, employés au Val-d'Osne.* Lettre de MM. **Mignon** et **Rouart** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 19 décembre 1881, M. Weil assimile ses procédés de cuivrage à ceux que nous avons introduits au Val-d'Osne, avec l'aide de M. Gauduin, aujourd'hui décédé.

» Or M. Weil emploie, pour effectuer le cuivrage, un bain de sulfate de cuivre fortement alcalinisé, avec addition d'un acide organique empêchant la précipitation de l'oxyde de cuivre. Il insiste sur ce qu'il fait, *de l'alcalinité,* la base même de son système.

» Nous employons une solution *franchement acide,* d'un sel double d'acide organique de cuivre et d'un alcalin quelconque.

Ainsi, M. Weil n'emploie l'acide organique que comme accessoire; c'est au contraire la base de notre système. Il emploie un bain fortement alcalin, nous employons un bain fortement acide. Nos procédés sont donc absolument différents.

» Nous serions reconnaissants, si l'Académie voulait bien accueillir cette rectification. »

M. P. Serres adresse une Note concernant l'efficacité du procédé qu'il emploie pour la destruction de la Pyrale de la vigne et du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. A. Gaudry prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *H. Sainte-Claire Deville.*

(Renvoi à la Section de Minéralogie).

M. l'Inspecteur général de la navigation adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1881.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *A. Genocchi*, portant pour titre « Intorno ad alcune egualita duplicata nella doctrina dei numeri » ;

2° La deuxième édition de la troisième Partie du « Traité de Mécanique » de M. *Ed. Collignon* ;

3° Un Volume publié par M. *E. La Rochelle*, sous le titre « Jacob Rodrigues Péreire, premier instituteur des sourds-muets en France » ;

4° La dix-septième année du « Journal du Ciel; notions populaires d'Astronomie pratique », par M. *J. Vinot.*

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume contenant divers Mémoires publiés par M. *J.-P. Cooke*, professeur à l'Université d'Harvard (États-Unis d'Amérique), pendant ces vingt-cinq dernières années.

Dans une Lettre qui accompagne cet envoi, l'auteur appelle particulièrement l'attention sur quatre points principaux :

« 1° Dans un travail commencé en 1854, sur les relations des poids atomiques des éléments chimiques, l'auteur a fait connaître ses idées personnelles relativement à une classification par séries des éléments chi-

miques : cette discussion a été suivie d'une nouvelle détermination du poids atomique de l'antimoine. Les causes d'erreurs que présentent plusieurs des procédés employés ont été soigneusement étudiées, par de longues et laborieuses recherches; des méthodes spéciales d'expériences ont été approfondies; dans le procédé finalement adopté, le poids atomique de l'antimoine a été rapporté à ceux de l'argent et du brome, les mêmes séries de déterminations donnant pour le brome, l'argent et l'antimoine les rapports 80,00, 108,00, 120,00; plusieurs déterminations s'accordent à $\frac{1}{10000}$ près, pour chacune de ces valeurs.

» 2° Un second genre de recherches a eu pour but l'étude de différents alliages de zinc et d'antimoine présentant des formes cristallines très nettes. Les analyses ayant montré que les proportions relatives de zinc et d'antimoine pouvaient, dans certains cas, être extrêmement variables, tandis que la forme cristalline restait parfaitement fixe, de longs travaux ont été entrepris pour déterminer les limites de cette variation dans les proportions des deux métaux; les résultats obtenus ont été que la composition de l'alliage cristallisé était, dans tous les cas, déterminée par l'action prépondérante de la proportion de chaque métal, sur l'action de la force chimique qui tendait à unir les éléments dans des proportions définies. Les deux alliages Sb^2Zn^3 et Sb^2Zn^2 présentent chacun un maximum distinct pour les propriétés chimiques ou physiques. Il a été ainsi démontré que la variation dans la composition chimique ne pouvait pas être expliquée par la simple inclusion d'une portion du mélange des deux métaux dans les cavités cristallines; ces résultats éclaircissent les conditions qui doivent être réalisées pendant la formation des cristaux dans les roches fondues.

» 3° Dans un troisième travail, purement minéralogique, l'auteur a fait connaître quelques nouvelles espèces et a défini les relations d'une famille de minéraux connus sous le nom de *vermiculites*.

» 4° Une quatrième étude a eu pour but de déterminer les relations de structure qui existent entre les formes cristallines hexagonales et certaines formes orthorhombiques de même aspect extérieur. De pareilles formes se rencontrent dans les micas, les vermiculites et d'autres espèces minérales bien déterminées. L'examen des variations de l'angle des axes optiques, dans les chlorites et dans les vermiculites semble indiquer que ces variations sont causées par des macles, et qu'une substance uniaxe pourrait être formée par une simple superposition de plaques biaxes, dans certaines conditions. On est conduit à penser que la molécule hexagonale pourrait

être un groupe de $3^{mól}$ orthorhombiques, chacune de dimensions relatives définies et groupées symétriquement.

» En étudiant, à ce point de vue, les formes cristallines des sels haloïdes d'antimoine, l'auteur a été conduit à la découverte d'une remarquable variété jaune isomérique de l'iodure de ce métal, dont la forme est orthorhombique, avec les mêmes rapports que ceux que présentent les cristaux rouges hexagonaux anciennement connus. Cet iodure d'antimoine jaune se transforme en iodure d'antimoine rouge, à la température fixe de 114°, sans qu'il se produise aucun changement dans la transparence ou les formes extérieures : toutes les circonstances accompagnant cette remarquable transformation sont celles qu'indique la théorie de la structure relative des deux corps.

» Ces recherches paraissent ouvrir une nouvelle voie pour l'étude de la structure moléculaire des corps. De même que dans la Chimie organique, la structure atomique des molécules des gaz ou des vapeurs a été déduite du phénomène d'isomérie; de même, en suivant cette nouvelle voie, on peut espérer que la structure des molécules cristallines pourra se déduire du phénomène de polymorphisme (¹). »

M. Dumas, en présentant à l'Académie l'Ouvrage de M. *Civiale*, intitulé « Voyages photographiques dans les Alpes », et les beaux atlas inédits dont il est accompagné, donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Le travail sur les Alpes a été fait au double point de vue de la Géographie physique et de la Géologie; le procédé photographique employé a été le procédé sur papier ciré sec. Pendant dix ans, de 1859 à 1868, l'auteur a parcouru les Alpes, partant de Grenoble dans le Dauphiné, pour aller jusqu'aux frontières de la Carinthie, en prenant des vues de détails et de panoramas.

» Les vues de détails, au nombre de 600, forment 10 albums et reproduisent : les glaciers avec leurs crevasses, leurs moraines et les roches qui forment leurs rives; les montagnes, les vallées, les défilés, les coupes géologiques naturelles, les roches moutonnées, striées et polies; le cours des rivières.

» Les panoramas sont pris de sommets choisis de manière que leurs courbes d'horizon soient sécantes ou au moins tangentes entre elles, et leur ensemble embrasse toutes les grandes chaînes des Alpes.

(¹) A la fin du Volume, se trouvent quelques Mémoires et Notices biographiques adressés par l'auteur, comme secrétaire correspondant, à l'Académie des Arts et Sciences d'Amérique.

» Les panoramas sont au nombre de 41 ; 20 embrassent toute la circonférence et forment la partie la plus importante du travail; ils complètent les Cartes géographiques, en faisant bien ressortir les reliefs des montagnes par rapport aux vallées, et reproduisent les chaînes dans leurs positions relatives, avec les grandes coupures qui les séparent, les cols qui font communiquer les vallées, les glaciers dans toute leur étendue et déterminent les lignes de partage des eaux.

» Deux Cartes au $\frac{1}{600000}$ accompagnent le texte : l'une de ces Cartes est surtout orographique, l'autre donne les courbes d'horizon des panoramas.

» Treize années ont été nécessaires pour coordonner des matériaux recueillis pendant dix ans de voyages, pour remplacer les épreuves photographiques trop altérables par des épreuves à l'encre d'imprimerie, enfin pour dessiner et graver les Cartes. »

(Commissaires : MM. Dumas, Faye, Boussingault, Daubrée, Périer.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la notion arithmétique de genre.* Note de M. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« 1. Gauss a imaginé une classification des formes quadratiques binaires, qu'il a partagées, d'après certains caractères, en groupes appelés *ordres* et *genres*. Cette classification a été étendue par Eisenstein aux formes quadratiques ternaires; mais je vais montrer qu'on peut l'étendre à des formes tout à fait quelconques.

» Je dirai que deux formes algébriquement équivalentes appartiennent au même ordre, quand le plus grand commun diviseur de leurs coefficients est le même, quand il en est ainsi du plus grand commun diviseur de ces mêmes coefficients affectés des coefficients binomiaux (ou polynomiaux) et du plus grand commun diviseur des coefficients de leurs covariants, contravariants, mixed concomitants, etc., affectés ou non des coefficients binomiaux.

» Je dirai que deux formes $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ et $\varphi(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ sont équivalentes suivant le module m, quand on peut trouver n^2 nombres entiers a_{ik}, dont le déterminant soit $\equiv 1 \pmod{m}$, et qui soient tels qu'en posant

$$y_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots + a_{in}x_n,$$

on ait identiquement

$$\varphi(y_1, y_2, \ldots, y_n) \equiv f(x_1, x_2, \ldots, x_n) \pmod{m}.$$

» Je dirai que deux formes algébriquement équivalentes appartiennent au même genre, quand elles seront équivalentes suivant un module quelconque. Il est clair :

» 1° Que ces définitions s'appliquent à des formes quelconques;

» 2° Que deux formes qui sont équivalentes, suivant deux modules m et m' premiers entre eux, sont équivalentes suivant le module mm' ;

» 3° Que deux formes équivalentes, suivant tous les modules qui sont des puissances d'un nombre premier, appartiennent au même genre ;

» 4° Que deux formes qui appartiennent à la même classe appartiennent au même genre ;

» 5° Que deux formes qui appartiennent au même genre appartiennent au même ordre.

» 2. Comme premier exemple, je prendrai les formes quadratiques d'un nombre quelconque de variables. La théorie d'Eisenstein paraît d'abord susceptible d'une généralisation immédiate, mais la généralisation qu'on serait tenté de faire ne donnerait que quelques-uns des véritables caractères ordinaux et génériques.

» Soit une forme

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \Sigma a_{ik} x_i x_k$$

de déterminant Δ. Formons le tableau des éléments du déterminant Δ; considérons les mineurs d'ordre $n-p$ formés en prenant dans ce tableau p lignes et p colonnes, et distinguons parmi eux les mineurs dont la diagonale principale coïncide avec celle de Δ, et que j'appelle *mineurs symétriques*.

» Soit α_p le plus grand commun diviseur de tous les mineurs d'ordre $n-p$, et $\alpha_p \beta_p$ celui de tous les mineurs non symétriques multipliés par 2, et de tous les mineurs symétriques. Nous aurons ainsi trouvé deux caractères ordinaux de la forme f, le caractère ordinal *de la première espèce*,

$$(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}),$$

et celui de seconde espèce,

$$(\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_{n-1}).$$

» Pour trouver ces caractères, j'ai dû envisager, conformément à la définition, non seulement la forme adjointe de f qui est contravariant, mais d'autres formes qui ont pour coefficients les mineurs d'ordre $n-p$ de Δ, et qui font partie du système complet de la forme f.

» Si l'on pose

$$\alpha_1 = \gamma_1, \quad \alpha_2 = \gamma_1^2 \gamma_2, \quad \alpha_3 = \gamma_1^3 \gamma_2^2 \gamma_3,$$
$$\alpha_4 = \gamma_1^4 \gamma_2^3 \gamma_3^2 \gamma_4, \quad \ldots, \quad \alpha_{n-1} = \gamma_1^{n-1} \gamma_2^{n-2} \gamma_3^{n-3} \cdots \gamma_{n-2}^2,$$
$$\Delta = \gamma_1^n \gamma_2^{n-1} \gamma_3^{n-2} \cdots \gamma_{n-1}^2 \gamma_n.$$

» Les nombres

$$(\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_n)$$

sont entiers et forment le caractère ordinal de la troisième espèce de la forme f.

» Pour que deux formes soient du même ordre, il faut et il suffit qu'elles aient même caractère ordinal de première et de deuxième espèce, ou, ce qui revient au même, de deuxième et de troisième espèce.

» 3. Comme second exemple de la répartition des formes en ordre, j'envisagerai la forme cubique binaire

$$f = ax^3 + 3b\,x^2y + 3c\,xy^2 + dy^3,$$

et son hessien

$$6(ac - b^2)x^2 + 6(ad - bc)\,xy + 6(bd - c^2)y^2.$$

» Le caractère ordinal complet de la forme f se composera :

» 1° Du plus grand commun diviseur des quatre nombres a, b, c, d.

» 2° De celui des quatre nombres $a, 3b, 3c, d$.

» 3° De celui des trois nombres $ac - b^2$, $ad - bc$, $db - c^2$.

» 4° De celui des trois nombres $2(ac - b^2)$, $(ad - bc)$, $2(bd - c^2)$.

» Dans un prochain travail, je donnerai des exemples de la répartition en genres, de façon à appliquer les notions qui précèdent aux formes quadratiques, aux formes binaires et aux formes décomposables en facteurs linéaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes algébriques à plusieurs séries de variables*; par M. C. LE PAIGE. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Les covariants L_x^4, M_y^4, N_z^4, P_u^4, de la forme quadrilinéaire

$$f = a_x a'_y a''_z a'''_u,$$

dont j'ai signalé l'existence et quelques propriétés dans ma dernière Lettre, jouent un rôle important dans la théorie de cette forme, comme je me propose de le faire voir.

» La forme quadrilinéaire contient seize paramètres ; nous pouvons

donc essayer de la ramener à la forme canonique suivante :

$$f \equiv a_{1111}x_1y_1z_1u_1 + (a_{1122}x_1y_1z_2u_2 + a_{1212}x_1y_2z_1u_2 + a_{2112}x_2y_1z_1u_2 + a_{1221}x_1y_2z_2u_1 + a_{2121}x_2y_1z_2u_1 + a_{2211}x_2y_2z_1u_1) + a_{2222}x_2y_2z_2u_2.$$

En effet, chacune des huit variables $x_1, x_2, y_1, y_2, \ldots$ peut être considérée comme contenant une constante, et il nous reste huit coefficients.

» Cette démonstration, fondée sur le calcul du nombre des paramètres disponibles, ne serait pas suffisante si elle n'était appuyée des remarques suivantes.

» Formons, pour cette expression canonique de f, les covariants biquadratiques signalés tantôt.

» Nous aurons

$$\begin{aligned}
L_x^4 &= 4a_{1111}a_{1122}a_{1221}a_{1212}x_1^4 + 4a_{2222}a_{2211}a_{2112}a_{2121}x_2^4 + px_1^2x_2^2,\\
M_y^4 &= 4a_{1111}a_{1122}a_{2121}a_{2112}y_1^4 + 4a_{2222}a_{2211}a_{1212}a_{1221}y_2^4 + py_1^2y_2^2,\\
N_z^4 &= 4a_{1111}a_{2211}a_{2112}a_{1212}z_1^4 + 4a_{2222}a_{1122}a_{1221}a_{2121}z_2^4 + pz_1^2z_2^2,\\
P_u^4 &= 4a_{1111}a_{2211}a_{2121}a_{1221}u_1^4 + 4a_{2222}a_{1122}a_{1212}a_{2112}u_2^4 + pu_1^2u_2^2,
\end{aligned}$$

où

$$p = (1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, +1, -1, +1) \times (a_{1111}a_{2222}, a_{1122}a_{2211}, a_{1212}a_{2121}, a_{2112}a_{1221})^2.$$

» Par suite, la transformation que nous avons fait subir à f ramène immédiatement ces covariants à leur expression canonique.

» Il suffira donc, pour trouver la forme canonique de f, de trouver les substitutions qui ramènent les quatre covariants biquadratiques à leur forme canonique, et pour cela de calculer leurs covariants sextiques T.

» La forme canonique de f permet de démontrer rapidement les propriétés de $L_x^4, M_y^4, \ldots$, que j'ai mentionnées dans ma Note précédente.

» En effet, en calculant les invariants i et j de L_x^4 par exemple, on trouve

$$i = 2\left(16a_{1111}a_{2222}a_{1122}a_{2211}a_{1221}a_{2112}a_{1212}a_{2121} + \frac{p^2}{12}\right),$$

$$j = p\left(16a_{1111}a_{2222}a_{1122}a_{2211}a_{1221}a_{2112}a_{1212}a_{2121} - \frac{p^2}{12}\right).$$

» Comme on le voit, ces deux expressions ne peuvent différer de celles que l'on obtiendrait pour les trois autres covariants.

» Les covariants L_x^4, M_y^4, N_z^4, P_u^4 jouent ainsi, jusqu'à un certain point,

le rôle du hessien dans la théorie des formes biquadratiques, bien qu'ils ne soient pas l'analogue absolu de ce covariant.

» Néanmoins, il est facile de ramener les deux solutions à une méthode unique si l'on emploie, lorsqu'il s'agit d'une forme biquadratique, au lieu du hessien, une forme du faisceau

$$\lambda f + \mu h,$$

puisque ces formes ont, à un facteur près, le même covariant sextique que f, et que l'on peut aisément déterminer les coefficients λ et μ, de telle sorte que

$$\lambda f + \mu h$$

coïncide avec les covariants que nous venons d'employer lorsque l'on passe au cas des formes à une seule série de variables.

» Il suffira, pour cela, de prendre

$$3iH - 2jf,$$

dont le covariant sextique est $8j^3 T$. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Equations différentielles du mouvement des ondes produites à la surface d'un liquide par l'émersion d'un solide.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« On sait que les petits mouvements d'un liquide pesant contenu dans un bassin et qui s'est trouvé d'abord en repos sont régis par les deux équations indéfinies $\frac{p}{\rho} = gz - \frac{d\varphi}{dt}$, $\Delta_2\varphi$ ou $\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0$, p désignant l'excès de la pression exercée à l'endroit (x, y, z) et à l'époque t sur celle (supposée constante) de l'atmosphère, et φ une fonction dont les dérivées premières en x, y, z égalent les trois composantes u, v, w de la vitesse, suivant deux axes horizontaux Ox, Oy pris à la surface libre primitive, et suivant un axe vertical Oz, dirigé vers le bas. Il suit de là que, si l'on appelle h la légère surélévation du niveau en un point (x, y) de la surface (où $p = 0$), on y aura

$$gz - \varphi'_t = 0 \quad \text{ou} \quad -gh - \varphi'_t = 0.$$

Ainsi, h égale le produit de l'inverse de $-g$ par la valeur de la dérivée φ'_t à l'endroit considéré, ou, très sensiblement, au point voisin (x, y) du plan

$z = \varphi$; et une différentiation par rapport à t donne

$$g\varphi'_z - \varphi''_t = 0 \quad (\text{pour } z = 0),$$

vu que la vitesse d'abaissement $-h'_t$ de la surface égale à fort peu près la composante verticale $w = \varphi'_z$ de la vitesse effective du fluide au même endroit. Or, on démontre (¹) qu'en joignant à l'équation indéfinie $\Delta_2\varphi = 0$ cette condition spéciale $g\varphi'_z - \varphi''_t = 0$ (pour $z = 0$) et celle qui exprime la nullité de la composante normale de la vitesse (ou de la dérivée de φ suivant le sens normal) contre les parois (fixes) du bassin, la fonction φ sera déterminée, abstraction faite d'une constante insignifiante, si l'on connaît, pour tous les points de la surface libre, les valeurs initiales de l'ordonnée $-h$ et de la vitesse soit verticale, soit horizontale, c'est-à-dire les deux fonctions de x et de y qui expriment, pour $z = 0$ et $t = 0$, 1° φ'_t, 2° φ''_t ou bien φ.

» Mais admettons qu'il s'agisse seulement d'ondes produites dans une région restreinte, n'atteignant guère que les couches fluides superficielles, où elles se disséminent, et transitoires (non renouvelées), comme sont celles que fait naître l'émersion brusque d'un solide d'abord plongé légèrement dans le liquide. Alors, $u, v, w, h, p - \rho g z$ ou, en d'autres termes, les dérivées φ', savoir $(\varphi'_x, \varphi'_y, \varphi'_z, \varphi'_t)$, n'étant sensibles que pour des valeurs finies de t, et assez loin du fond et des bords, c'est-à-dire à des distances médiocres $\iota = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ de l'origine, l'évanouissement asymptotique des phénomènes dans l'espace s'exprimera en posant $\varphi' = 0$ (pour $\iota = \infty$), relation multiple qui implique celles relatives à des parois très éloignées quelconques, et qui dispensera par conséquent de s'en occuper. Faisons, pour abréger, $\tau = g\varphi'_z - \varphi''_t$, et nous aurons évidemment

$$\Delta_2\tau = 0 \ (\text{vu } \Delta_2\varphi = 0), \quad \tau = 0 \ (\text{pour } z = 0) \quad \text{et} \quad \tau = 0 \ (\text{pour } \iota = \infty).$$

Or, ces conditions obligeront de poser $\tau = 0$ partout; car, si l'on multiplie $\Delta_2\tau = 0$ par 2τ et par un élément $d\varpi$ de volume, puis qu'on intègre pour toute l'étendue ϖ qu'entoure une demi-sphère de rayon ι décrite dans le fluide autour de l'origine comme centre, une méthode connue donnera, en désignant par σ la surface convexe de la demi-sphère, et par σ_1 son cercle de base,

$$(1) \qquad \int_\sigma \frac{d\tau^2}{d\iota} d\sigma = 2\int_{\sigma_1} \tau \frac{d\tau}{dz} d\sigma_1 + 2\int_\varpi \left(\frac{d\tau^2}{dx^2} + \frac{d\tau^2}{dy^2} + \frac{d\tau^2}{dz^2}\right) d\varpi.$$

(¹) Voir l'*Essai sur la théorie des eaux courantes*, au *Recueil des Savants étrangers*, t. XXIII, p. 327.

» Donc, toutes les fois que, sur σ_1, τ et τ'_z n'ont pas signes contraires, comme ici où l'on y a $\tau=0$ ou, encore, comme dans le cas où τ'_z s'y annulerait, les intégrales $\int_\sigma \frac{d\tau^2}{dt} d\sigma$, $\int_\sigma \frac{d\tau^2}{dt}\frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{d}{d}\int_\sigma \tau^2 \frac{d\sigma}{\sigma}$ sont positives, et la valeur moyenne de τ^2 sur l'aire convexe σ de la demi-sphère ne peut aller en diminuant quand ι grandit. Par suite, de $\tau^2=0$ (pour ι infini), il résulte $\tau=0$ partout. Il en serait de même (sauf à ne considérer que des demi-cercles de rayon ι dans le plan des zx au lieu de demi-sphères) si les ondes étaient cylindriques, ou produites dans un canal, et que φ ne dépendît pas de la coordonnée en largeur y. Mais nous remplacerons la nouvelle équation indéfinie $\tau=0$, afin d'y rendre possible l'élimination ultérieure de la dérivée en z, par celle-ci :

$$(2)\qquad g\frac{d\tau}{dz}+\frac{d^2\tau}{dt^2}=0 \quad \text{ou} \quad g^2\frac{d^2\varphi}{dz^2}-\frac{d^4\varphi}{dt^4}=0,$$

qui revient au même, si l'on s'impose la condition $\tau=0$ (pour $t=0$), et si l'on se souvient que φ' et, par suite, τ s'annulent, tant pour $t=\infty$ que pour $z=\infty$. En effet, multiplions (2) par $2\tau\,dt$, et intégrons depuis $t=0$ jusqu'à une valeur t assez grande pour que le produit $\tau\tau'_t$ soit devenu insensible. Il viendra, en intégrant le second terme par parties,

$$g\frac{d}{dz}\int_0^t \tau^2\,dt = 2\int_0^t \left(\frac{d\tau}{dt}\right)^2 dt,$$

ce qui montre que l'intégrale $\int_0^t \tau^2\,dt$ ne peut pas décroître quand z grandit, et que, se trouvant nulle pour z infini, elle l'est identiquement : d'où $\tau=0$ partout. Éliminons φ''_z de (2) au moyen de $\Delta_2\varphi=0$, et, de plus, remplaçons $t\sqrt{g}$ par t, ou choisissons une unité de temps telle, que $g=1$. Si, en outre, posant $\varphi'_y=0$, nous nous bornons à l'étude d'ondes cylindriques, les équations définitives du problème seront

$$(3)\qquad \begin{cases} \varphi^{\text{IV}}_t+\varphi''_x=0, \quad \varphi''_z+\varphi''_x=0; \\ \varphi'_z-\varphi''_t=0 \ (\text{pour } t=0), \quad \varphi'=0 \ (\text{pour } \iota \text{ ou } t \text{ infinis}), \end{cases}$$

avec les conditions d'état initial $h=-\varphi'_t=\mathrm{F}(x)$ et φ ou $\varphi''_t=\mathrm{F}_1(x)$ pour z et t nuls, $\mathrm{F}(x)$ et $\mathrm{F}_1(x)$ désignant deux fonctions arbitraires qui, toutefois, s'annulent aux grandes distances $\pm x$. Dans le cas le plus simple, on suppose même les vitesses initiales nulles partout (c'est-à-dire $\varphi=0$ et $\varphi''_t=0$ pour $t=0$), et les ondes engendrées uniquement par les dénivellations

primitives connues $h = F(x)$. La fonction φ satisfait donc alors, *sur chaque niveau z*, à $\varphi_t^{iv} + \varphi_x'' = o$ et aux conditions *initiales* $\varphi = o$, $\varphi_t'' = o$ (entraînant $\varphi_z' - \varphi_t'' = o$ pour $t = o$), comme le fait l'intégrale que j'ai donnée à la fin de ma dernière Note (du 2 janvier), où elle porte le n° 3. Il reste à montrer comment z s'introduit dans cette intégrale de manière que l'on ait $\varphi_z'' + \varphi_x'' = o$, et $\varphi' = o$ (pour v ou t infinis), $\varphi_t' = F(x)$ (pour z et t nuls).

» J'observerai, en terminant, que cette fonction φ de x, z et t une fois connue, comme elle vérifie les relations $\varphi_z'' + \varphi_x'' = o$, $\varphi_z' - \varphi_t'' = o$, et, en outre, $\varphi' = o$ (pour v infini), $\varphi_t' = -F(x)$ et $\varphi_t'' = o$ (pour z et t nuls), sa dérivée par rapport à t, qu'on pourra appeler encore φ, satisfera évidemment aux deux mêmes équations indéfinies et aux mêmes conditions spéciales à v infini, mais, pour $t = o$ et $z = o$, elle donnera $\varphi = -F(x)$, $h = -\varphi_t' = o$; de sorte qu'elle fournira la solution du problème des ondes dans le cas où la surface se sera trouvée d'abord de niveau, mais où le fluide y aura reçu des vitesses initiales ayant leur composante horizontale φ_x' donnée (cas auquel on ramène aisément celui où la composante connue des vitesses initiales à la surface serait, au contraire, la composante verticale). Et l'on n'aurait qu'à ajouter les deux solutions partielles ainsi obtenues successivement, ou correspondant, l'une, au cas où les vitesses initiales sont nulles, l'autre, au cas où il n'y a pas initialement de dénivellations, pour avoir la solution générale. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques conséquences du principe de Gauss en Électrostatique.* Note de M. Croullebois.

« M. Bertrand (¹) a déduit du principe de Gauss plusieurs théorèmes importants, relatifs à l'Électrostatique; en suivant la même voie, j'ai obtenu quelques relations intéressantes, et en particulier la démonstration simplifiée du théorème de Clerk Maxwell.

» I. La proposition de Gauss $\Sigma MV' = \Sigma M'V$ est une pure identité, si l'on remplace les potentiels par les expressions que fournit la définition. On peut arriver à cette relation indépendamment de toute forme analytique attribuée à la fonction V, en s'appuyant sur la notion de l'énergie électrique. Considérons un conducteur de charge M, au potentiel V, dont l'énergie potentielle est $\frac{MV}{2}$; faisons varier la charge de M à M', le potentiel

(¹) *Journal de Physique*, t. III, p. 74.

variera de V à V′, et l'accroissement d'énergie, égal au travail électrique dépensé pour amener la charge additionnelle M′ — M de l'infini sur le conducteur, sera

$$(M' - M)\frac{V + V'}{2}.$$

On aura donc, pour l'énergie finale,

$$M'V' = MV + (M' - M)(V + V'),$$

d'où, après simplification, et pour un système de conducteurs,

$$(1)\qquad \Sigma MV' = \Sigma M'V.$$

» II. Des deux membres de l'égalité (1), retranchons MV et posons $M' - M = \mu$ et $V' - V = u$, il viendra

$$(2)\qquad \Sigma Mu = \Sigma V\mu,$$

ou, si la modification simultanée des charges et des potentiels est infiniment petite,

$$(2')\qquad \Sigma M\delta V = \Sigma V\delta M$$

d'où ce théorème, conséquence du principe de Gauss exposé d'après le § I :

» *Dans un système de conducteurs fixes, où l'on considère deux états d'équilibre distincts, la somme des produits de la charge initiale de chaque conducteur et de la variation de son potentiel d'un état à l'autre est égale à la somme des produits du potentiel initial et de la variation de la charge.*

» III. *Lorsque des conducteurs, maintenus à des potentiels constants, sont abandonnés à leurs actions mutuelles, l'énergie du système tend vers un maximum.*

» M. Clerk Maxwell a démontré ce théorème [1] à l'aide des équations linéaires qui existent entre les potentiels et les charges. Le procédé suivant est plus direct et plus rapide.

» Supposons, à l'origine, chaque conducteur A_1, A_2, ... isolé, et imprimons au système une *déformation infiniment petite;* les charges M_1, M_2, ... ne changent pas; il y a pour les potentiels respectifs les chutes δV_1, δV_2, ...;

---

[1] *Electricity and Magnetism*, t. I, p. 96.

la perte d'énergie, *égale au travail extérieur accompli*, est

$$\delta W = -\frac{1}{2}\Sigma M\,\delta V.$$

» Actuellement, les conducteurs étant fixes, relions-les à des piles constantes, pour ramener les potentiels à leurs valeurs primitives; ce rétablissement des potentiels ne peut avoir lieu sans des charges additionnelles $\delta M_1, \delta M_2, \ldots$, réglées par la relation (2'). La variation *positive* de l'énergie initiale sera donc

$$\delta' W = +\frac{1}{2}\Sigma M\,\delta V.$$

» On en conclut

$$\delta W + \delta' W = 0$$

$$\delta' W - \delta W = \Sigma M\,\delta V.$$

Ainsi : 1° le travail accompli, pendant le déplacement, par les forces électriques est égal à l'accroissement d'énergie du système; 2° l'énergie fournie par les sources est égale au double de l'une ou l'autre de ces quantités et est dépensée *exactement*, moitié en travail mécanique, moitié en travail électrique ou énergie potentielle.

» D'après l'égalité (2), le théorème précédent s'applique à une *déformation finie*; mais, pour l'application à la théorie des électromètres, il n'y a lieu de considérer, comme l'on sait, qu'une modification élémentaire. »

PHYSIQUE. — *Sur un transmetteur des sons, à table d'harmonie munie de cordes.* Note de M. Bourbouze.

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie les expériences que j'ai faites, dans le but d'étudier les conditions les plus favorables pour transmettre à distance les sons produits, soit par la voix, soit par un instrument.

» Lorsqu'on produit un son à une certaine distance de la table d'harmonie d'un piano, on sait que cette table, ainsi que les cordes qui sont à l'unisson avec le son produit, ou avec l'un de ses harmoniques, entrent en vibration. J'ai pu constater, en appliquant un microphone sur une de ces tables, que le son transmis, dans un circuit contenant un téléphone, acquiert un renforcement considérable, sans que la netteté ni le timbre de la voix soient altérés.

» J'ai construit, d'après ce principe, un transmetteur d'une très grande sensibilité. Il se compose d'une table d'harmonie, munie des cordes par-

faitement accordées de demi-tons en demi-tons, dans un intervalle de trois octaves, c'est-à-dire dans l'étendue de la voix humaine. Le microphone, que j'ai fixé du côté opposé à ces cordes, est un microphone à charbon : la pointe inférieure du crayon repose sur une plaque de charbon, munie d'une pince en cuivre; la pointe inférieure est maintenue par un charbon cylindrique, que l'on peut fixer à volonté dans une position déterminée. Un ressort à tension variable, appliqué d'un côté sur l'un des montants du bâti, exerce, par son extrémité libre, une pression latérale sur le crayon, de manière à éviter ce qu'on appelle le *crachement*.

» Je me sers pour le moment, comme récepteur, d'un téléphone Bell, à l'aide duquel on peut entendre les sons émis, sans être obligé d'appliquer l'instrument à l'oreille.

» *Nota.* — On peut, sans crainte de détériorer un piano, fixer sur sa table d'harmonie un microphone semblable à celui que j'ai construit pour faire ces expériences. Dans ces conditions, la pression du ressort doit seulement être un peu différente, selon qu'on emploie le microphone à transmettre la voix, ou les sons de l'instrument lui-même. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la résistance intérieure et de la force électromotrice des machines électriques en marche.* Note de M. G. Cabanellas, présentée par M. du Moncel.

« J'ai, en juin 1880, appelé l'attention sur l'accroissement, pendant la marche, de la résistance intérieure des machines dites à *courant continu*, et j'ai donné un moyen simple et exact de mesure de cette résistance en marche; le défaut de ce procédé était de nécessiter l'emploi de deux machines et le démontage de l'appareil.

» Le procédé très simple que je vais décrire me permet, sans démontage et avec une seule machine, de déterminer les éléments électriques correspondant à chaque régime de la machine (allure et intensité de circulation).

» J'emploie d'abord la machine comme source, à l'allure de N tours par unité de temps, sur un circuit de résistance arbitraire. J'observe, par lecture aux galvanomètres maintenant usuels, l'intensité I et la différence de potentiel ε aux bornes de la machine. Puis, j'emploie la machine comme moteur récepteur d'un courant de source quelconque; je règle le frotte-

ment d'un frein placé sur l'arbre de la machine de façon à obtenir l'intensité I, et je fais varier la différence de potentiel absorbée par la machine, jusqu'à ce que j'obtienne l'allure N; j'y arrive en agissant soit sur la force électromotrice source et la résistance de liaison, soit en agissant sur l'une d'elles seulement. J'observe alors la différence de potentiel aux bornes ε'. E et r étant les éléments électriques, j'ai les deux équations

$$E = \varepsilon + rI, \quad E = \varepsilon' - rI.$$

J'en tire les valeurs $E = \frac{\varepsilon' + \varepsilon}{2}$, $r = \frac{\varepsilon' - \varepsilon}{2I}$.

» On peut remarquer que le rapport $\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}$ donne la valeur du rendement relatif individuel à ce régime, le type étant supposé employé à la fois comme éléments source et récepteur. Il est entendu que la résistance intérieure d'une machine varie avec le régime (intensité-allure), non seulement parce que le régime détermine la température de son fil, mais en outre parce que la résistance intérieure varie avec l'allure elle-même, pour une même température de son fil, ainsi que je l'ai démontré par des expériences directes (*Comptes rendus*, n° 23, juin 1880). Quelle que soit la cause de cet effet, il paraît certain que le moyen le plus simple d'en tenir compte est bien de donner à la résistance intérieure de la machine la valeur, convenablement accrue, permettant alors d'appliquer à cette machine les formules usuelles de Ohm et de Joule. C'est en même temps le moyen le plus exact, car, au lieu d'être forcé de faire intervenir au moins deux corrections, l'une pour l'effet d'induction, l'autre pour la température du fil intérieur, on évite cette double chance d'erreur, puisqu'on totalise expérimentalement toutes les influences efficientes, y compris celle de la température du fil intérieur.

» Les expériences sur lesquelles s'appuyait ma Communication de juin 1880 établissaient que la presque totalité de cet accroissement de résistance devait être attribuée aux spirales ou torons induits, reliés aux touches successives du collecteur. Je mentionnais que la part attribuable aux balais était d'ordre très secondaire. Pour isoler l'accroissement de résistance dû à l'imperfection de contact des balais pendant la marche, je supprimais, toutes choses égales d'ailleurs, la résistance et l'influence des torons induits, en enroulant autour du collecteur quelques tours d'un fil de cuivre nu, bien décapé.

» M. Lacoine, opérant sur une sorte de collecteur sans torons, analogue, de fait, à ce dernier dispositif, a trouvé des résistances considérables, attribuables aux balais ; ses allures variaient de 2000 à plus de 5000 tours ; ses contacts étaient deux ressorts en acier, bien différents et plus nuisibles que les balais en fil de cuivre, sous le rapport de l'état vibratoire qu'ils peuvent prendre pendant le mouvement. Je pense donc qu'il n'est pas légitime de voir dans ses résultats l'explication de l'accroissement de résistance intérieure des machines en marche. Cette explication serait en défaut dans l'exemple que j'ai cité, et, du reste, M. Lacoine a remarqué que, lorsqu'il augmentait la pression de ses deux ressorts d'acier, les effets d'accroissement de résistance diminuaient, même jusqu'à supprimer toute action microphonique dans son téléphone de contrôle. La seule conclusion positive qu'on puisse tirer des chiffres qu'il cite est donc que son dispositif de balais (nature et pression) n'était pas satisfaisant au moment où les chiffres cités ont été observés. On remarquera, d'ailleurs, que si une telle explication pouvait être vraie, il en résulterait qu'avec un arrangement judicieux de prise de courant il deviendrait possible d'affranchir les machines à collecteur de cette cause d'abaissement de leur rendement, tandis qu'il faut s'y résigner, parce que cet effet est inhérent au système de constitution des éléments du dispositif induit. »

CHIMIE. — *Note sur la théorie des formiates.* Extrait d'une Lettre de M. MAUMENÉ.

«.... M. Berthelot, en exprimant tout l'intérêt qu'il attache aux expériences de M. Riban sur les formiates, ajoute :

« On sait que les auteurs se bornent, dans la plupart des cas, à exprimer par une équation celle des transformations sur laquelle leur attention a été particulièrement attirée, sans s'occuper des transformations simultanées. Les travaux plus soignés, où l'on étudie la réaction dans son ensemble, loin d'être tenus en plus grande estime, ont, au contraire, été plutôt moins réputés jusqu'ici par un préjugé singulier, et à cause de la complication en apparence plus grande des résultats. Cependant, cette complication ne disparaît pas parce qu'on la dissimule : ce qu'il importe de connaître dans une science positive telle que la Chimie, ce sont les réactions réelles et non les figures schématiques qu'on est trop porté à y substituer; la connaissance ne devient complète que si l'on présente l'enchaînement des métamorphoses qui relient entre eux tous les produits observés. »

» Il serait difficile de se rapprocher davantage des pensées que j'ai ex-

primées devant l'Académie depuis le 6 mars 1864, M. Berthelot semble m'avoir fait le remarquable honneur de les extraire mot à mot de mon livre (¹).

» Il me paraît utile de montrer à ceux qui ne connaissent pas ma *Théorie générale* combien elle l'emporte sur toutes les armes dont on a essayé de se servir avant elle pour expliquer les actions chimiques. J'espère que l'Académie ne me refusera pas de publier, sans aucune correction, ce que je vais dire des trois expériences de M. Riban.

» *Décomposition du formiate de cuivre :*

$$(M) \qquad n = \frac{40}{37} = 1,08, \text{ soit } 1,00, \quad C^2HO^3 + CuO = C^2O^4 + Cu + H.$$

» Telle doit être, et telle est, l'action de la chaleur sur le formiate de cuivre quand ce sel est anhydre.

» Mais M. Riban n'a pas opéré seulement sur ce sel ; il a étudié sa décomposition dans l'eau, qui joue un rôle important, comme je l'ai indiqué mille fois. Ce rôle peut être calculé :

$$(M) \qquad n = \frac{77,5}{9} = 8,61,$$

c'est-à-dire que le formiate de cuivre s'unit d'abord à près de 9HO (²). Cet hydrate, qui subsiste dans certaines limites de température, se décompose progressivement, d'abord en se réduisant à 3HO, etc. ; mais, lorsque cette eau ne peut se vaporiser tout entière, comme dans les expériences de M. Riban, on a

$$(M) \quad \left\{ \begin{array}{l} n = \frac{155,0}{77,5} = 2,00, \\ 2C^2HO^3, CuO + C^2HO^3, CuO, (HO)^{8,61} \\ \qquad = C^2HO^3(CuO)^3 + 2C^2HO^3, (HO)^{4,30}, \end{array} \right.$$

(¹) Au besoin, je citerai les pages 36, 145, 175, 297, 299, 377, 392, 405, 423, 435, 441, 443, 444, 445, 446, 449, 474, 485, 487.

(²) Tous les sels cristallisés avec de l'eau obéissent à cette loi, ce que j'ignorais encore lorsque j'ai publié mon Livre : tous, sans exception, contiennent leur poids d'eau, ou $\frac{1}{3}$, ou $\frac{1}{7}$, etc., *suivant les règles inéluctables de la théorie.*

c'est-à-dire qu'il se produit du formiate tribasique dont la vraie formule est $C^2HO^3(CuO)^3HO$ ou $(HO)^2$, détail sur lequel je n'insiste pas.

» Par une ébullition prolongée, ce sel dégage de l'acide carbonique en produisant du protoxyde de cuivre — cristallisé — et du cuivre, ce qui saute aux yeux. L'un des trois CuO, complètement réduit par C^2HO^3, laisse Cu parfaitement libre de s'unir avec un second CuO pour former Cu^2O. Le troisième ne peut être décomposé que par un des deux $C^2H^2O^4$; il ne l'est que beaucoup plus lentement, et même incomplètement, ce qui explique sans aucune des hypothèses de la Chimie classique, et surtout sans aucun recours à la Thermochimie, tous les faits observés par M. Riban dans leur ordre et dans leurs proportions.

» *Décomposition du formiate de mercure :*

$$(M) \qquad n = \frac{108}{37} = 2{,}92, \text{ soit } 3{,}00, \quad 3C^2HO^3 + HgO = (C^2HO^3)^3HgO.$$

» On a dit qu'il se forme d'abord un formiate triacide avec séparation de 2HgO libres. A une température plus haute, on a

$$(M)\begin{cases} n = \frac{219}{108} = 2{,}03, \text{ soit } 2{,}00, \\ 2HgO + (C^2HO^3)^3HgO \begin{cases} = (C^2HO^3)^2Hg^2O + C^2HO^3,HgO & (a) \\ = 3CO^2 + 3Hg + 3HO + 3(CO) & (c) \\ = 3C^2HO^4 + 3Hg. & (b) \end{cases} \end{cases}$$

» Telle est l'action de la chaleur sur le formiate sec, suivant la température. Dans l'eau, il est clair que le sel triacide ne subit pas la dernière action; il est d'abord modifié par l'eau.

$$(M) \quad \begin{cases} n = \frac{219}{9} = 24{,}33, \text{ soit } 24 \text{ seulement}, \\ 24HO + (C^2HO^3)^3HgO = C^2HO^3,HgO + 2C^2HO^3,(HO)^{12}, \end{cases}$$

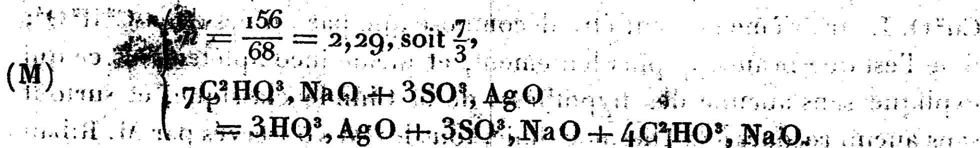
hydrate conforme à la théorie — (le formiate *normal* renferme $(HO)^{\frac{12}{3}}$ ou $(HO)^4$; — et d'ailleurs peu facile à décomposer ultérieurement. Si ce formiate ne donne pas d'hydrogène, c'est qu'il est réduit, non pas en CO^2, mais en acide oxalique (*b*), ce dont M. Riban ne s'est pas aperçu. Au-dessus de 175 il donnerait l'équation (*c*).

» *Décomposition du formiate d'argent.* — Lorsqu'on mélange, même à équivalents égaux, du sulfate d'argent et du formiate de soude, on a



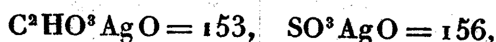
$$SO^3AgO = 156, \quad C^2HO^3, NaO = 68,$$

et l'action réelle est



$$(M)\left\{\begin{array}{l} n = \frac{156}{68} = 2,29, \text{ soit } \frac{7}{3}, \\ 7C^2HO^3, NaO + 3SO^3, AgO \\ \quad = 3HO^3, AgO + 3SO^3, NaO + 4C^2HO^3, NaO. \end{array}\right.$$

» Dans le mélange à équivalents égaux, il reste 4 équivalents de SO^3AgO, qui semblent devoir éprouver purement et simplement la même décomposition que les trois autres; mais si l'on considère que



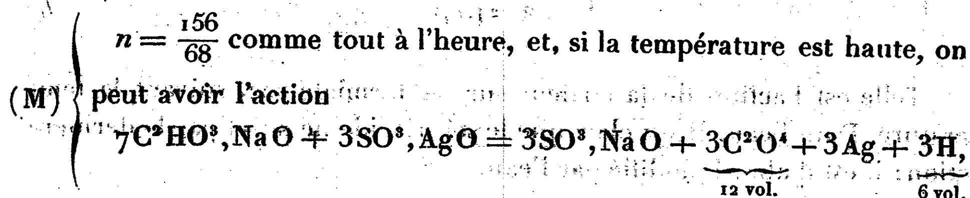
$$C^2HO^3AgO = 153, \quad SO^3AgO = 156,$$

notre théorie indique la formation d'un composé



$$3[(C^2HO^3, AgO)(SO^3AgO)]$$

et le maintien en liberté d'un seul SO^3AgO pouvant agir avec C^2HO^3, NaO; on a



$$(M)\left\{\begin{array}{l} n = \frac{156}{68} \text{ comme tout à l'heure, et, si la température est haute, on} \\ \text{peut avoir l'action} \\ 7C^2HO^3, NaO + 3SO^3, AgO = 3SO^3, NaO + \underbrace{3C^2O^4}_{12\text{ vol.}} + 3Ag + \underbrace{3H}_{6\text{ vol.}}, \end{array}\right.$$

comme M. Riban l'a observé. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les oxychlorures de soufre.* Note de M. J. Ogier, présentée par M. Berthelot.

« 1. *Chlorure de sulfuryle.* — Le chlorure de sulfuryle employé dans ces expériences a été obtenu par l'action directe du chlore sur l'acide sulfureux

e p résence du charbon, et bouillait à 69°, 9 [1]. J'ai mesuré sa chaleur de formation en le décomposant par la potasse étendue, selon la réaction



$$SO^2Cl + 2KHO^2 = SO^4K + KCl + 2HO.$$

Cette réaction a dégagé dans trois essais $+59^{Cal},9$, $+60^{Cal},4$ et $+59^{Cal},4$, moyenne $+59^{Cal},9$. On peut déduire de ce résultat la chaleur de formation, d'après les deux cycles suivants conduisant à l'état final, acide sulfurique dissous, acide chlorhydrique dissous.

Premier cycle.	Cal	*Deuxième cycle.*	Cal
$S + O^2 + Cl = SO^2Cl$ liq. dégage.	x	$S + O^4 + H = SO^4H$ diss......	$+105,0$
$2(H + O) = 2HO$ liq.........	$+69,0$	$H + Cl = HCl$ diss..........	$+39,3$
Réact. de SO^2Cl sur $2KO$.......	$+59,9$		
Séparation de KO, HCl........	$-13,7$		
Séparation de KO, SO^3.........	$-15,7$		

d'où



$$S + O^2 + Cl = SO^2Cl \text{ liq. dégage } + 44^{Cal},8.$$

La chaleur spécifique entre $+63°$ et $+15°$ a été trouvée égale à 0,233, et la chaleur de vaporisation $52^{Cal},4$ pour 1^{gr}, ou pour $S^2O^4Cl^2$ (4^{vol} de vapeur), $7^{Cal},06$, ce qui donne en définitive, pour la réaction $S^2 + O^4 + Cl^2 = S^2O^4Cl^2$ gaz, un dégagement de $+82^{Cal},54$. — Pour $S^2O^4 + Cl^2 = S^2O^4Cl^2$ gaz : $+13^{Cal},3$.

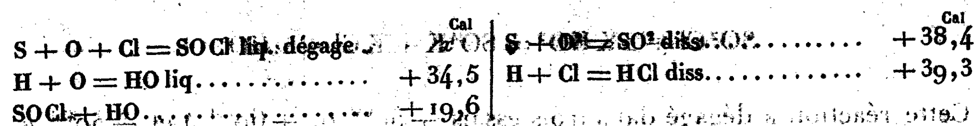
» 2. *Chlorure de thionyle.* — J'ai préparé le chlorure de thionyle au moyen du perchlorure de phosphore et de l'acide sulfureux (Schiff). Malgré des fractionnements réitérés, la substance obtenue contenait encore 1,7 pour 100 d'oxychlorure de phosphore. La correction résultant de cette impureté est d'ailleurs une fraction minime du nombre mesuré, et peut être déterminée avec précision, grâce aux travaux de MM. Berthelot et Louguinine sur les chlorures acides.

» Le chlorure de thionyle est décomposé très rapidement par l'eau en

---

[1] On indique généralement dans les Traités de Chimie le point d'ébullition 77°. Le point ci-dessus a été préparé à plusieurs reprises en grande quantité et a toujours présenté le point d'ébullition 69°,9. — La pureté a été vérifiée par l'analyse complète.

acide sulfureux et en acide chlorhydrique. Cette réaction dégage $+19^{Cal},6$ (pour $SOCl = 59^{gr},5$). On en déduit aussi la chaleur de formation.

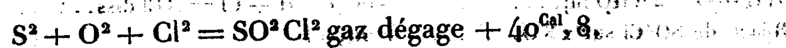


$S + O + Cl = SOCl$ liq. dégage	x	$S + O^2 = SO^2$ diss.	$+38^{Cal},4$
$H + O = HO$ liq.	$+34,5$	$H + Cl = HCl$ diss.	$+39,3$
$SOCl + HO$	$+19,6$		

d'où

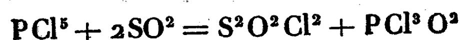
$$x = +23^{Cal},6.$$

» Deux expériences ont donné pour la chaleur spécifique, entre 60° et 17°, les nombres 0,242 et 0,243; pour la chaleur de vaporisation, $54^{Cal},45$, soit, pour $S^2O^2Cl^2 = 4^{vol}$, 6,48. En résumé, la réaction



$$S^2 + O^2 + Cl^2 = SO^2Cl^2 \text{ gaz dégage } +40^{Cal},8.$$

» Observons que ces résultats permettent de comprendre pourquoi le bromure de thionyle, encore non isolé, ne peut être obtenu par une méthode analogue à celle qui fournit le chlorure. En effet, la réaction



$$PCl^5 + 2SO^2 = S^2O^2Cl^2 + PCl^3O^2$$

a lieu avec un dégagement de $+5^{Cal}$, d'après M. Berthelot, tandis que la transformation correspondante du pentabromure de phosphore absorberait au contraire de la chaleur, d'après mes mesures, en admettant même que la chaleur de formation du bromure de thionyle fût égale à celle du chlorure, chiffre certainement supérieur à la réalité, d'après toutes les analogies. J'ai vérifié, en effet, que l'acide sulfureux est sans action sur le pentabromure; c'est donc par une autre méthode qu'il faudra tenter d'isoler le bromure de thionyle.

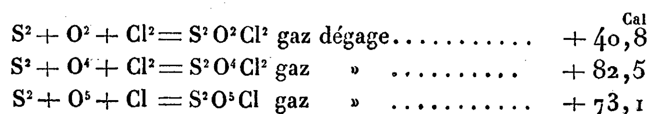
» 3. *Chlorure de pyrosulfuryle*. S^2O^5Cl. — J'ai préparé le chlorure de pyrosulfuryle selon la méthode décrite par Rose, en faisant agir l'acide sulfurique anhydre sur le chlorure de soufre.

» Par d'autres procédés, notamment par la réaction de l'acide anhydre sur le chloroforme (Armstrong), j'ai obtenu surtout le composé de M. Williamson, S^2O^6HCl, que l'on peut facilement confondre avec S^2O^5Cl, par son point d'ébullition et sa composition centésimale, mais qui s'en distingue par son action très violente sur l'eau.

» Le chlorure de pyrosulfuryle obtenu bouillait à 140°,5, se dissolvait très lentement dans l'eau, et même dans la potasse étendue.

» J'ai mesuré sa chaleur de formation en le détruisant par une solution de potasse ($KHO^2 + 18H^2O^2$). La réaction est nette, quoique un peu longue; elle dégage $+ 111^{Cal},2$. On en déduit la chaleur de formation $+ 79^{Cal},7$. D'autre part, la chaleur spécifique du chlorure de pyrosulfuryle, entre $+ 15$ et 130°, est égale à 0,258 et sa chaleur de vaporisation, pour un équivalent, à 6,58, ce qui fournit, pour la chaleur de formation de ce corps à l'état gazeux, le nombre $+ 73^{Cal},1$.

» 4. Les trois oxychlorures, envisagés sous le même volume à l'état gazeux, sont en définitive formés avec les dégagements de chaleur suivants, les éléments étant pris dans leur état actuel :



			Cal
$S^2 + O^2 + Cl^2 = S^2O^2Cl^2$	gaz dégage	....	$+ 40,8$
$S^2 + O^4 + Cl^2 = S^2O^4Cl^2$	gaz »	....	$+ 82,5$
$S^2 + O^5 + Cl = S^2O^5Cl$	gaz »	....	$+ 73,1$

» Ces résultats sont difficilement comparables, à cause de la dissemblance des formules. Nous voyons toutefois que le passage du premier oxychlorure au second, avec fixation d'oxygène, a lieu avec dégagement de chaleur, ainsi qu'il arrive pour les acides oxygénés (S^2O^4 gaz $+ 69,2$; S^2O^6 gaz, 91,8). La différence des chaleurs de formation est toutefois beaucoup plus grande dans le cas des oxychlorures. Remarquons encore que la transformation de l'acide sulfureux en chlorure de sulfuryle par le chlore a lieu avec dégagement de $+ 13^{Cal},3$, tous les corps gazeux; ce qui explique la combinaison directe de ces deux gaz sous l'influence d'une faible énergie supplémentaire, telle que l'action de la lumière ou la condensation produite par une substance poreuse comme le charbon.

» Quant au chlorure de pyrosulfuryle, si l'on veut le considérer comme dérivant de S^2O^6, par substitution de Cl à O, on voit que la différence entre les chaleurs de formation des deux corps est de $- 18^{Cal},7$: il suit de là que le chlorure de pyrosulfuryle ne peut être formé par la réaction directe de l'acide sulfurique anhydre sur le chlorure de sulfuryle, laquelle absorberait $- 5^{Cal}$ dans l'état gazeux; c'est ce que confirment mes expériences.

» Au contraire, sa décomposition est relativement facile, sous l'influence d'une température voisine de 250°; elle produit de l'acide anhydre, du chlore et de l'acide sulfureux.

» Ces oxychlorures de soufre ne sont pas les seuls : j'ai réussi à isoler

un nouveau corps du même groupe, dont je présenterai l'étude à l'Académie dans une prochaine Communication (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un éther carbonique du bornéol.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Wurtz.

« Cet éther se trouve dans les résidus de la préparation du composé que j'ai décrit sous le nom de *bornéol cyané*. Dans une Communication précédente (1), j'ai fait voir que ce dernier était un produit secondaire de la préparation du camphre cyané, et qu'on pouvait aussi l'obtenir en faisant passer un courant de cyanogène dans une solution de bornéol sodé dans le toluène, lavant le produit de la réaction à l'eau, décantant et chassant par distillation le carbure et la majeure partie du bornéol. La masse visqueuse qui reste est ensuite épuisée par l'eau bouillante, qui abandonne par refroidissement le dérivé cyané cité plus haut. Le résidu provenant de ce traitement est dur et cassant; il est d'un jaune brunâtre et se dissout dans l'alcool bouillant. La liqueur refroidie abandonne des paillettes jaunâtres qu'on essore à la trompe et qu'on purifie par des cristallisations dans l'alcool. Ce produit constitue l'éther mentionné.

» A l'état de pureté, ce composé se présente sous la forme de paillettes blanches très légères ou en tables hexagonales, insolubles dans l'eau et les alcalis, peu solubles dans l'alcool froid, solubles dans l'alcool bouillant, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acide acétique cristallisable, etc. Il fond à 215° et se sublime sans décomposition. Son pouvoir rotatoire varie avec celui du bornéol qui a servi à la préparation.

» Fondu avec de la potasse caustique, il se décompose en donnant du carbonate de potasse et du bornéol. Le même dédoublement s'opère quand on fait bouillir pendant longtemps sa solution alcoolique avec de la potasse.

» L'acide azotique ne l'attaque pas à froid; à 100°, il s'y combine pour former une huile qui surnage. Si l'on chauffe davantage, il se dégage des vapeurs nitreuses, avec production de camphre.

» L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^{21}H^{34}O^{3}$.

» De l'ensemble de ces résultats, il est permis de conclure à la présence d'un éther carbonique du bornéol — $CO\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup OC^{10}H^{17}}{\diagdown OC^{10}H^{17}}$.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

» Dans une Communication que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie, je ferai voir que le dérivé que j'ai décrit sous le nom de *bornéol cyané* a une fonction analogue à celle que possèdent les uréthanes. La formation d'un corps de cette nature, en même temps qu'un éther carbonique, permettra peut-être de rapprocher la réaction du cyanogène sur le bornéol sodé de celle du chlorure de cyanogène sur l'alcool éthylique. M. Wurtz ([1]) a, en effet, démontré que le chlorure de cyanogène convertissait l'alcool aqueux en éthyluréthane et en éther éthylcarbonique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des bases de la série quinoléique dans la distillation de la cinchonine avec la potasse.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Wurtz.

« On sait que la distillation de la cinchonine avec la potasse fournit un mélange de bases pyridiques bouillant entre 120 et 205°, puis d'autres bases, dont la quinoléine est le type, et qui passent à la distillation de 205 à 300° et au delà. On peut se poser la question de savoir comment se fait le passage de la série pyridique à la série de la quinoléine.

» Entre la collidine β, que j'ai décrite et qui bout à 196°, et la quinoléine qui bout au-dessus de 230°, il doit exister un ou plusieurs termes intermédiaires.

» Nous avions annoncé, dans l'un de nos précédents Mémoires, l'existence d'une parvoline; mais, d'après nos recherches récentes, nous pensons avoir eu affaire à un mélange. En soumettant à de nombreuses rectifications les produits bouillant entre 205 et 230°, nous avons isolé une fraction passant exactement de 210 à 215°. Cette fraction contenait une base d'odeur particulière rappelant l'odeur de la quinoléine, mais plus douce que celle-ci. A l'état de pureté, la base constitue un liquide huileux très limpide, ne se colorant presque pas à la lumière; elle est peu hygroscopique, insoluble dans l'eau, très soluble dans les hydracides. Sa densité à 0° a été trouvée égale à 1,06. Sa composition est celle d'une *tétrahydroquinoléine*, $C^9H^{11}Az$.

» *Chlorhydrate*, $C^9H^{11}Az, HCl$. — Ce sel est en belles aiguilles fines et

([1]) *Comptes rendus*, t. XXII, p. 503.

brillantes, groupées en masses radiées, déliquescentes, très solubles dans l'eau.

	$C^9H^{11}Az, HCl$ pour 100.	Trouvé.		Moyenne.
Cl..................	20,94	20,25	20,67	20,46

» Il a été transformé en chloroplatinate; sa solution aqueuse a été concentrée au bain-marie, additionnée, encore chaude, d'un léger excès de chlorure de platine, puis évaporée dans le vide; de fines paillettes d'un jaune orangé pâle n'ont pas tardé à se déposer. L'analyse a conduit à la formule du *chloroplatinite*, $PtCl^2(C^9H^{11}AzCl)^2$.

	$PtCl^2 \left\{ \begin{matrix} C^9H^{11}AzCl \\ C^9H^{11}AzCl \end{matrix} \right.$ pour 100.	Trouvé.
Pt....................	32,56	31,97
C....................	35,70	35,85
H....................	3,64	3,78

» On remarquera avec quelle facilité le chloroplatinate s'est modifié. Il se distingue par ce caractère des chloroplatinates des bases pyridiques et de quinoléine. En effet, pour modifier complètement les sels pyridiques, il faut non seulement les dissoudre dans l'eau bouillante, mais prolonger l'ébullition pendant assez longtemps.

» Quant au chloroplatinate de quinoléine, on peut le faire cristalliser plusieurs fois sans qu'il subisse la moindre décomposition; le *chloroplatinate* et le *chloroplatinite* de la nouvelle base s'en distinguent par un autre caractère : lorsqu'on les chauffe, ils fondent avant de se décomposer, puis dégagent l'odeur particulière de la base, tandis que le chloroplatinate de quinoléine se boursoufle d'abord sous l'action de la chaleur et se charbonne sans fondre. S'ils diffèrent en cela des sels de quinoléine, ils se rapprochent, par cette même propriété, des sels pyridiques.

» *Chloroplatinate.* — Lorsqu'on traite par le chlorure de platine étendu une solution cencentrée de chlorhydrate, on obtient un précipité jaune orangé cristallin. Dans les mêmes conditions, la solution étendue du chlorhydrate ne précipite pas immédiatement, mais bientôt on voit apparaître un lacis d'aiguilles fines et allongées, d'un beau rouge orangé.

	$(C^9H^{11}Az, HCl)^2 + PtCl^4$ pour 100.	Trouvé.				Moyenne pour 100.
Pt......	29,05	28,66	28,65	28,48	28,50	28,57
C.......	31,86	31,39	31,27	31,97	31,43	31,51
H.......	3,54	3,72	3,62	3,63	3,65	3,65

» La base régénérée du chloroplatinate bout à 212°-213°.

» Le chlorure d'or et le perchlorure de fer sont réduits par la base. Ces caractères sont communs à la *tétrahydroquinoléine* dérivée de la cinchonine et à la tétrahydroquinoléine synthétique. Les deux bases diffèrent par leur point d'ébullition; cette dernière bout à 244°.

» *Fraction* 220-226°. — Cette fraction était minime; elle a été traitée par l'acide chlorhydrique et le chlorure de platine : il s'est déposé une poudre jaune clair cristalline. En calcinant le chloroplatinate, on a remarqué qu'il fondait à une température élevée.

	Trouvé pour 100.	$(C^9H^9Az, HCl)^2+PtCl^4$ pour 100.
Pt..................	28,98	29,23
C..................	31,54	32,05
H..................	3,10	2,97

» Ces nombres conduiraient à la formule d'une *dihydroquinoléine*. Cette base serait un produit de décomposition de la base précédente. Cependant, en raison de la très petite quantité de matière contenue dans la fraction 220-226°, il se pourrait qu'on eût analysé un mélange de tétrahydroquinoléine et de quinoléine. Nous nous réservons d'élucider ce point lorsque nous aurons entre les mains des matériaux suffisants.

» *Fraction* 226-231°. — Cette fraction était beaucoup plus abondante que la fraction inférieure. Elle contenait une base d'odeur forte et désagréable, qui a été transformée en chloroplatinate.

» Ce sel s'est précipité sous la forme d'une poudre jaune chamois, pulvérulente et amorphe. Ainsi que nous l'avons fait observer plus haut, il s'est boursouflé pendant la calcination, puis s'est charbonné sans fondre, et il s'est montré beaucoup plus résistant à la flamme que les autres chloroplatinates étudiés.

	$(C^9H^7Az, HCl)^2+PtCl^4$ pour 100.	Trouvé.			Moyenne pour 100.
Pt...........	29,40	29,23	29,10	29,15	29,18
C...........	32,24	31,87	33,00	»	32,43
H...........	2,39	2,68	2,67	2,65	2,66

» Pendant les rectifications des fractions supérieures à 220°, nous avons observé au thermomètre un point fixe situé entre 228 et 230°. La proportion un peu trop forte d'hydrogène trouvée dans les analyses montre que la base contenue dans la fraction 226°-231° était mélangée avec une petite quantité de la base précédente : de là un léger abaissement du point d'ébul-

lition. D'ailleurs, nous avons observé dans des rectifications ultérieures, aussi précises que possible, que le point fixe remontait, et était situé à 232°; nous sommes arrivé au même résultat en distillant la quinoléine dérivée de la brucine. Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il existe dans la fraction étudiée une base possédant la composition de la quinoléine, et il est extrêmement probable que deux quinoléines isomériques se trouvent dans la quinoléine brute. Ces résultats sont conformes aux récents travaux de Baeyer et de Skraup, qui ont réalisé la synthèse de deux quinoléines, bouillant l'une à 228°, l'autre à 232°-233°.

» La *tétrahydroquinoléine*, base à 9 atomes de carbone, est donc le produit intermédiaire entre la série de la quinoléine et la série pyridique (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la terpine.* Note de M. **W.-É. Walitzky**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la supposition que la cholestérine soit l'hydrate d'hydrocarbures de la formule $(C^5H^8)^n$, où un ou deux atomes d'hydrogène sont peut-être remplacés par des carbures d'autres séries, je me suis proposé de déterminer avec précision les propriétés des alcools auxquels il faut la comparer.

» La terpine, dont les dérivés, entre les mains des différents chimistes, n'ont pas été les mêmes, a attiré surtout mon attention.

» J'ai dissous la terpine dans un mélange d'acide sulfurique ordinaire, étendu avec son poids d'eau à la température du laboratoire (chaque fois pour 10gr à 12gr de terpine, j'ai pris 30gr d'acide sulfurique ordinaire et 30gr d'eau); il s'est formé à la surface une couche d'un liquide transparent, sans élévation sensible de température.

» Le liquide, séparé, lavé avec l'eau, avec l'eau de baryte, avec une faible solution de soude, puis distillé dans le vide en présence du sodium, distille à la pression ordinaire, entre 176°,5 et 181°,5.

» Ce corps a, pour densité à 0°, près de 0,93 (méthode du flacon).

» Il ne dévie pas le plan de polarisation.

» L'analyse et sa densité de vapeur conduisent à la formule $C^{10}H^{16}$.

	Calculé.	Trouvé.	
C	88,23	88,22	88,11
H	11,76	11,83	12,47

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

» Il ne forme ni avec l'acide chlorhydrique ni avec le brome un produit cristallisé. L'action prolongée de la chaleur paraît élever le point d'ébullition et former un peu de produit plus épais.

» La terpine se dissout également dans l'acide nitrique ordinaire refroidi, sans élévation de température et sans formation de vapeurs nitreuses.

» A la surface, on voit se former le même carbure. La terpine, agitée avec le mélange de 3 parties d'acide nitrique et 5 parties d'eau chaude, donne également le même carbure.

» Parmi les produits obtenus par l'action de l'acide phosphorique glacial, à la température 50°-80°, on rencontre pareillement le même carbure.

» Enfin, lorsque j'ai chauffé à 200° la terpine en tubes scellés avec l'acide acétique cristallisable (Berthelot, 1853, carbures $C^{10}H^{16}$ avec point d'ébullition 160°-180°), j'ai obtenu, après lavage et distillation dans le vide avec du sodium, le même hydrocarbure (point d'ébullition 176°,5-181°,5).

» L'acide acétique cristallisable, chauffé avec la terpine pendant plusieurs heures, n'a pas donné d'éther. Je n'ai pas obtenu l'éther acétique en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur la terpine.

» Pour rappeler à la fois l'origine de ce carbure et ses propriétés, bien différentes de celles des autres corps présentant la même composition, je propose de l'appeler *terpinène*.

» Le perchlorure de phosphore réagit très énergiquement sur la terpine parfaitement desséchée et privée de son eau de cristallisation. L'oxychlorure de phosphore est séparé par la distillation au bain de sel. Le résidu liquide, lavé à froid par de l'eau et par une faible solution de soude, contient la quantité de chlore correspondant à la formule $C^{10}H^{16}(HCl)^2$. Pendant la distillation au-dessus de 110°, ce produit se décompose avec dégagement d'acide chlorhydrique.

» Chauffé en tubes scellés à 180° avec de l'eau et de l'oxyde d'argent, il donne un liquide qui ne contient plus de chlore.

» J'ai préparé la terpine, d'après les indications de MM. Sainte-Claire Deville et Berthelot, en agitant et sans agitation, et j'ai remarqué que l'agitation n'augmente ni le rendement ni la rapidité avec laquelle il se forme, et que $C^{10}H^{16}(H^2O)^2 + H^2O$ entre 100° et 107° se sublime en masse sans fusion [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'existence d'un rythme automatique commun à plusieurs centres nerveux de la moelle allongée.* Note de M. L. Frédéricq, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les expériences suivantes semblent indiquer que l'activité intermittente du centre des mouvements respiratoires est accompagnée de changements isochrones dans l'activité des centres nerveux voisins.

» *Centre modérateur des mouvements du cœur.* — Les battements du cœur, assez fréquents chez le chien pendant l'inspiration, se ralentissent extraordinairement à chaque expiration. Cette inégalité du rythme cardiaque se trouve sous la dépendance du centre modérateur, situé dans la moelle allongée : la section des pneumogastriques la fait disparaître (Einbrodt, Hering). L'expérience suivante prouve qu'il ne s'agit pas ici d'une action réflexe prenant son point de départ dans les changements de volume du poumon, comme le croit Hering. Sur un grand chien, insensibilisé par une forte dose de morphine ($0^{gr},20$) et de chloroforme s'il y a lieu, on ouvre largement le ventre et la poitrine, puis on produit l'*apnée* par une ventilation énergique du poumon. Si l'on cesse la respiration artificielle, l'animal se remet bientôt à respirer : à chaque inspiration, les moignons des côtes se soulèvent et s'écartent. Quoique ces mouvements respiratoires n'aient aucune action directe sur les organes thoraciques, notamment sur les poumons qui restent affaissés, ils sont accompagnés d'un changement dans ce rythme du cœur, tant que les pneumogastriques sont intacts. Les pulsations cardiaques, très accélérées pendant l'apnée, n'éprouvent aucun changement pendant le premier mouvement d'inspiration ; mais l'expiration qui suit immédiatement se traduit par un ralentissement très notable des pulsations cardiaques. Celles-ci se ralentissent ensuite à chaque expiration et s'accélèrent à chaque inspiration.

» Il me semble probable qu'il s'agit ici d'une action non pas réflexe, mais anatomique du centre modérateur des battements du cœur. A chaque expiration, ce centre exagérerait, par la voie du spinal pneumogastrique, son action modératrice sur le cœur.

» *Centre des vasomoteurs.* — Sur un chien morphiné, à poitrine et à ventre largement ouverts, à pneumogastriques et phéniques coupés, les mouvements respiratoires des côtes qui se produisent lorsqu'on cesse la respiration artificielle sont accompagnés d'oscillations de la pression sanguine semblables à celles décrites par Traube et Hering chez les chiens curarisés (périodes de Traube-Hering). La portion descendante de ces larges oscilla-

tions correspond à l'inspiration; la pression se relève au contraire pendant l'expiration. Cette augmentation de pression n'est pas due à un changement dans le rythme cardiaque; d'ailleurs elle peut persister, malgré le ralentissement expiratoire du cœur (quand les pneumogastriques sont intacts). Elle a probablement une origine périphérique, vasomotrice; elle me semble indiquer une activité rythmique automatique du centre des vasomoteurs. A chaque expiration ce centre exagère son action.

» *Conclusion.* — Le rythme commun aux trois centres nerveux présente les phases suivantes :

	Centre respiratoire.	*Centre des vasomoteurs.*	*Centre d'arrêt du cœur.*
I....	Inspiration.	Minimum d'action. La pression artérielle tend à baisser.	Minimum d'action. Accélération des pulsations cardiaques.
II...	Expiration et pause expiratoire.	Maximum d'action. La pression artérielle tend à monter.	Maximum d'action. Ralentissement des pulsations cardiaques.

» Cette activité intermittente se manifeste en dehors de tout changement dans l'état des organes thoraciques, à condition que le sang qui baigne la moelle allongée présente un certain degré de viscosité. Quand ce sang est trop artérialisé, les trois centres dont il est question suspendent plus ou moins leur action : apnée, dilatation vasculaire, accélération des pulsations du cœur. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les positions d'intensité lumineuse égale dans les cristaux maclés, entre les nicols croisés, et application à l'étude des bandes concentriques des feldspaths.* Note de M. A. MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« L'examen des feldspaths contenus dans les roches montre que généralement ils se sont formés par juxtaposition de *bandes concentriques.* Or, dans ces bandes, les propriétés optiques, et notamment les extinctions, varient irrégulièrement, bien que l'orientation cristallographique y paraisse la même, comme l'attestent la permanence de la forme extérieure et le prolongement fréquent des macles au travers des bandes.

» Les partisans de la théorie de M. Tschermak sur l'isomorphisme des feldspaths tricliniques ont cherché une explication de ce fait en admettant une variation dans la composition chimique des bandes, l'albite et

l'anorthite étant susceptibles, d'après eux, de s'associer en toute proportion.

» L'insuffisance de cette hypothèse, dans le cas général, résulte de ce fait que les bandes concentriques s'observent aussi bien dans l'albite et l'anorthite que dans les autres feldspaths tricliniques, bien que la composition simple de ces deux minéraux exclue tout mélange par voie d'isomorphisme.

» Un fait d'observation m'a mis sur la voie d'une explication plus générale, englobant dans la même théorie l'orthose, l'albite et l'anorthite, aussi bien que tous les feldspaths intermédiaires. Dans quatre positions à angle droit, entre les nicols croisés, les bandes concentriques disparaissent quand on se sert de lumière monochromatique ou même de lumière blanche parallèle, ce qui implique pour toutes une même intensité lumineuse.

» De plus, quand le cristal possède des lamelles hémitropes suivant les lois de l'albite et du péricline, ces lamelles s'effacent généralement en même temps que les bandes concentriques. L'examen doit être fait sur des lames très minces ($0^{mm},01$).

» Ces observations conduisent à l'idée que les bandes en question sont souvent dues à une association submicroscopique de lamelles hémitropes du feldspath fondamental unique, suivant les lois de l'albite et du péricline. Si nous appliquons le calcul à cette idée théorique, nous trouvons en effet qu'elle seule peut conduire aux données d'observation ci-dessus indiquées, en même temps qu'elle en précise l'application.

» Considérons, dans le cas le plus général, deux minéraux juxtaposés dans une même plaque mince, avec une orientation déterminée; les nicols sont croisés à angle droit; appelons ω, ω' les angles du plan principal du polariseur avec ceux des deux minéraux; O, E, O', E' les épaisseurs de lames d'air telles que les rayons ordinaires et extraordinaires emploient respectivement pour les traverser des temps égaux à ceux qui leur sont nécessaires pour traverser la plaque mince. Soit i, i' l'intensité lumineuse de chaque minéral, vu à travers l'analyseur; i'' cette intensité s'appliquant à des plages qui comprennent un mélange des deux minéraux, dans des proportions m et m' telles que $m + m' = 1$ (l'épaisseur de la plaque mince étant prise pour unité). Appelons enfin λ la longueur d'onde du rayon considéré dans l'air.

» Nous supposerons : 1° que $\sin \pi \frac{O - E}{\lambda}$ est assez petit pour qu'on puisse lui substituer son arc; 2° qu'on peut négliger l'influence due à l'obliquité

des surfaces de séparation dans les plages comprenant un mélange. Cette double hypothèse exige que la plaque soit très mince et les différences entre les indices de réfraction très faibles, ce qui est ici le cas.

» En interprétant des formules connues (1), nous obtiendrons

$$i = \frac{\pi^2}{\lambda^2} \sin^2 2\omega (O - E)^2, \quad i' = \frac{\pi^2}{\lambda^2} \sin^2 2\omega' (O' - E')^2, \quad i'' = (m\sqrt{i} \pm m'\sqrt{i'})^2.$$

» Si nous supposons $i = i'$, en posant $\omega' = \omega + \eta$, nous aurons huit valeurs de ω pour une rotation de 360° entre les nicols croisés. Pour quatre de ces valeurs, $\alpha + n\frac{\pi}{2}$, les plans principaux des nicols seront compris dans les secteurs OE′, O′E. Les quatre autres valeurs de ω, $\beta + n\frac{\pi}{2}$ correspondront aux secteurs OO′, EE′. On a d'ailleurs

$$\cot 2\alpha + \cot 2\beta = -2\cot 2\eta.$$

» On peut facilement vérifier ces premières conclusions et trouver *huit positions d'intensité lumineuse égale, à angle droit 4 par 4, pour les feldspaths à lamelles hémitropes, en faisant abstraction des parties où elles se recouvrent.* La sensibilité du procédé est très grande et ne le cède en rien à la recherche des extinctions, surtout en s'éclairant à la lampe.

» Considérons maintenant les valeurs i'', pour $i = i'$. Les angles

$$\omega = \alpha + n\frac{\pi}{2}$$

correspondent à

$$i'' = (m\sqrt{i} + m'\sqrt{i'})^2 = i = i'.$$

Ainsi, *dans quatre positions à angle droit, les plages composées prendront une intensité lumineuse égale à celle des minéraux composant. L'ensemble paraîtra homogène.*

» Pour $\omega = \beta + n\frac{\pi}{2}$, on aura

$$i'' = (m\sqrt{i} - m'\sqrt{i'})^2 = i(m - m')^2.$$

» Ainsi, *dans les quatre autres positions à angle droit, tandis que les minéraux composants prennent de nouveau une intensité lumineuse égale, les plages composées paraîtront plus obscures.* Elles atteindront même leur position d'extinction si elles sont composées d'épaisseurs égales des deux minéraux.

---

(1) VERDET, *Leçons d'Optique physique*, t. II, p. 109.

» Dans toutes les sections perpendiculaires à la face g^1 des feldspaths, si les deux minéraux composants sont des lamelles hémitropes du même feldspath, suivant les lois de l'albite et du péricline, on a

$$O - E = O' - E', \quad \alpha + \frac{\eta}{2} = (2n+1)\frac{\pi}{4}, \quad \beta + \frac{\eta}{2} = 2n\frac{\pi}{4},$$

$$i = \frac{\pi^2}{\lambda^2}(O - E)^2 \cos^2\eta.$$

» On voit que, dans ce cas, *l'éclairement commun aux bandes concentriques et aux diverses lamelles hémitropes se fera lorsque les plans principaux des nicols seront à 45° de la trace g^1; au contraire, lorsqu'il y aura coïncidence, les bandes, où $m = m'$, s'éteindront.* L'observation justifie complètement toutes les conclusions ci-dessus soulignées.

» Dans une prochaine Note, j'entrerai dans quelques détails sur les *applications pratiques* de ce procédé. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle de l'analcime.* Deuxième Note de M. A. de Schulten, présentée par M. Fouqué.

« En continuant mes recherches sur la reproduction artificielle de l'analcime, j'ai trouvé qu'on peut obtenir ce silicate par un autre procédé que celui que j'avais d'abord employé, et qui consistait à chauffer une solution de soude caustique dans des tubes scellés de verre français ordinaire.

» En mélangeant des solutions de silicate de soude et d'aluminate de soude en proportions telles que les quantités de silice et d'alumine y fussent dans le même rapport que dans l'analcime, en y ajoutant une quantité convenable d'eau de chaux et en chauffant dans un tube de cuivre, pouvant se fermer hermétiquement, à 180° pendant dix-huit heures, j'ai obtenu des cristaux d'analcime ayant la composition suivante :

	Analcime	
	artificielle.	naturelle.
Silice	55,4	54,4
Alumine	22,1	23,3
Soude (par diff.)	14,3	14,1
Eau	8,2	8,2
	100,0	100,0

» Il convient ici de remarquer que le rôle que joue l'eau de chaux, dans

cette opération, n'est autre que celui de faciliter la cristallisation de la matière. En employant le mélange de silicate de soude sans y avoir ajouté de l'eau de chaux, on n'obtient que très rarement des cristaux isolés, et le plus souvent des agrégats, qui se présentent sous la forme de sphère, avec une surface rugueuse.

» La liqueur alcaline qui reste après l'opération contient toujours une certaine quantité de silice et d'alumine en dissolution.

» Les cristaux ont tantôt la forme du trapézoèdre du système cubique, tantôt celle de l'hexaèdre, mais le plus souvent celle qui résulte de leur combinaison.

» Il me semble que les cristaux prennent la forme du trapézoèdre toutes les fois que les liqueurs employées sont fortement concentrées et très alcalines, et que les hexaèdres se forment dans les conditions contraires.

» En examinant ces cristaux au microscope polarisant, on trouve qu'ils ne présentent aucun des phénomènes de polarisation que j'ai observés sur l'analcime artificielle obtenue par le procédé des tubes de verre; ils ne manifestent aucune action sur la lumière polarisée, même quand on interpose une lame de quartz taillée parallèlement à l'axe, et offrant la teinte sensible.

» Ainsi l'analcime, qui, dans les échantillons naturels, présente généralement des phénomènes optiques susceptibles d'être attribués à des groupements de cristaux élémentaires de forme quadratique, a été reproduite artificiellement par moi, une première fois en échantillons dont les propriétés optiques sont celles des groupements de cristaux élémentaires à symétrie rhomboédrique, et une seconde fois, en cristaux nettement cubiques. On doit donc conclure de cette étude que les cristaux élémentaires d'analcime sont susceptibles de présenter, dans leurs axes d'élasticité, des changements légers, qui suffisent pour modifier leur genre de symétrie optique, sans que pour cela les grands cristaux résultant de leur groupement cessent d'offrir les formes extérieures du système cubique. »

HYDROLOGIE. — *Étude sur les eaux souterraines dans le département de la Meuse.* Note de M. L. HOLTZ. (Extrait.)

«..... Le bassin topographique de la Meuse, en France, est compris entre les bassins topographiques de la Seine et de la Moselle, et se trouve limité par les deux montagnes désignées sous les noms d'Argonne orientale et

d'Argonne occidentale; mais, postérieur au grand soulèvement de l'époque secondaire, il n'est que la conséquence du régime des eaux que créa ce soulèvement. Les monts de l'Argonne, comme beaucoup d'autres, faussement attribués à des plissements ou à des soulèvements du sol, ne sont que le résultat d'une désagrégation des couches et de l'entraînement successif des dépôts. Ce bassin est assez étendu, mais le bassin inférieur ou bassin géologique, à cause du genre de formation dont je viens de parler, est insignifiant ou fait complètement défaut; aussi, les puits artésiens d'une certaine importance, entrepris jusqu'ici, en aval comme en amont, n'ont-ils donné que des mécomptes.

» La Meuse prend sa source dans l'étage inférieur du système oolithique, qu'elle abandonne après Neufchâteau pour couler, ensuite, sur l'étage moyen jusqu'au delà de Sedan, et reçoit, sur un parcours de près de 100^{km}, de nombreux, mais petits affluents. Par suite de l'inclinaison des couches, elle coule constamment, jusqu'à Mézières, sur le travers d'un véritable versant; en sorte que les couches de sa rive gauche, comprises entre le fond du lit et le niveau de l'eau, lui font perdre sans cesse une portion de son propre débit; ce n'est que grâce à tous ses affluents, aux eaux fournies par les terrains contemporain et tertiaire et par les couches supérieures du terrain secondaire de sa rive droite, et au limon charrié pendant les crues, qui, en s'interposant, sur la rive gauche, entre les bancs, a finir par rétrécir ou intercepter un grand nombre de passages, que ce débit ne se trouve nulle part sensiblement amoindri, comme cela se produit pour d'autres cours d'eaux, notamment pour l'Ornain, sous-tributaire de la Seine, qui diminue de plus en plus, durant une partie de son trajet, entre Gondrecourt et Bar-le-Duc.

» Ce fleuve, dont le bassin topographique est parfaitement caractérisé, fait ainsi partie de cet ensemble de cours d'eaux qui, en arrivant aux grès verts qui affleurent non loin de Rethel, de Bar-le-Duc, de Joinville, de Vassy, de Bar-sur-Aube, de Bar-sur-Seine, d'Auxerre, de Sancerre, de Bourges, s'introduisent, en partie, dans le sol, pour suivre parallèlement les nappes souterraines qu'ils ont déjà créées et aller former, sous le crétacé, l'immense nappe du bassin géologique de Paris.

» Il résulte de cette situation générale que, si certaines vallées sont aquifères, ce n'est pas, le plus souvent, parce qu'elles contiennent un sol perméable, mais parce qu'elles se trouvent sur des nappes d'eaux souterraines, tout à fait indépendantes de l'eau d'infiltration, qui se localise dans

les couches supérieures, partout où l'écoulement est impossible, et qui ne peut présenter que des amas insignifiants, sur lesquels on aurait tort de compter.

» La majeure partie de l'eau pluviale que reçoivent les nombreux petits bassins que renferme le sol accidenté du département de la Meuse s'écoule rapidement à la surface jusqu'à la rencontre d'un cours d'eau, si le terrain supérieur est argileux, ou s'introduit de suite sous le massif situé le plus à l'Ouest, si ce terrain est perméable, pour suivre la marche indiquée par l'inclinaison des roches.

» Par conséquent, en matière de recherches d'eau, l'ancienne coutume de choisir exclusivement le thalweg pour arriver au meilleur résultat possible, et de déterminer le rendement, *a priori*, en adoptant comme facteurs la quantité d'eau accusée par le pluviomètre et l'étendue amont du bassin, n'est justifiée par aucune donnée ayant une valeur scientifique.

» Les nappes d'eau sont nombreuses dans toute la partie ouest comprise entre la rivière de la Meuse et la limite du département, et l'on peut dire, presque toujours, lorsqu'une source d'un débit uniforme et assez important y est découverte, que cette source est l'émanation d'une nappe. Mais la surface du sol occupe des altitudes si diverses, que la profondeur à laquelle se trouvent ces nappes est extrêmement variable, sans jamais dépasser, toutefois, la limite au delà de laquelle il n'est plus possible de les atteindre et de les utiliser sans de trop fortes dépenses.

».... Si certaines parties de la France, telles que la Normandie, sont presque entièrement dépourvues d'eaux souterraines, par suite de la nature réfractaire de leur sol, il ne saurait en être de même des départements du Nord-Est, renfermés dans la zone oolithique. On peut espérer que la population de ces départements, et principalement de celui de la Meuse, comprendra le parti qu'elle peut tirer d'une situation la plupart du temps si avantageuse. »

M. **Pernolet** signale divers exemples de diffusion du carbone, analogues à ceux qui ont été communiqués récemment à l'Académie.

Le phénomène se produit, par exemple, sur une grande échelle, dans les circonstances suivantes :

1° Dans les cornues de terre réfractaire où l'on distille l'oxyde de zinc au contact du charbon;

2° Dans les fours à coke où l'on distille la houille à l'abri du contact de

l'air, pour recueillir le goudron et les eaux ammoniacales, comme dans les cornues à gaz, où le même phénomène se présente probablement;

3° Dans les fours où se fabrique l'aggloméré de charbon de bois, connu sous le nom de *charbon de Paris.* »

(Renvoi à l'examen de M. Boussingault.)

M. **Gr. Bell** exprime le désir que des observations suivies permettent de décider, avec certitude, la question de l'influence de l'hérédité sur la prononciation des sourds-muets. Il insiste particulièrement sur ce point, qu'il serait indispensable de déterminer, d'une manière précise, pour chaque individu, à quelle époque la surdité est survenue.

MM. **E. Delaurier** et **E. Wiart** adressent un Mémoire sur l'utilisation de la puissance mécanique de la mer.

M. **P. Bourbel** adresse un Mémoire portant pour titre « La Trigonométrie simplifiée, et rendue accessible à l'instruction primaire ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son doyen, M. Daubrée, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans son sein par le décès de M. *Henri Sainte-Claire Deville.*

En première ligne	M. **Lory**.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique	M. **Gaudry**. M. **Hautefeuille**, M. **Mallard**.

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JANVIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur la vitesse de propagation des phénomènes explosifs dans les gaz.* Note de MM. **Berthelot** et **Vieille.**

« 1. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie la première série de nos expériences sur la propagation des phénomènes explosifs dans les gaz. Dès le mois de juillet dernier, une circonstance accidentelle nous avait conduits à publier une Note préliminaire, signalant l'existence de vitesses incomparablement supérieures à celles qui avaient été admises jusque-là; mais nous avions pris soin d'indiquer que nous ne prétendions pas donner des valeurs absolues, à cause de la petitesse des quantités mesurées et de l'étendue des limites d'erreurs que comportaient nos premiers appareils [1]. Cependant le mélange tonnant oxyhydrique avait conduit dès lors à une vitesse de 2500^m, qui n'écarte guère du chiffre véritable.

[1] *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 21.

» 2. Les résultats actuels ont été obtenus dans des conditions variées et susceptibles d'une exactitude beaucoup plus grande.

» Le procédé de mesure est direct et très simple. Il consiste à remplir avec un mélange tonnant un tube d'une grande longueur (40^m environ); à déterminer l'inflammation à l'une des extrémités, à l'aide d'une étincelle électrique; et à faire interrompre, au moyen de la flamme même, deux courants électriques, placés en des points du trajet dont l'intervalle est exactement connu. Ces courants sont transmis par des bandes d'étain très étroites, collées sur papier et serrées entre des cuirs isolants, normalement à la direction de la flamme. Un grain ($0^{gr},010$ environ) de fulminate de mercure, qui détone au contact de la flamme, détruit la bande et interrompt le courant; le picrate de potasse ($0^{gr},006$) a été aussi employé pour produire le même effet. Jusqu'à quel point ces détonateurs concourent-ils à régler le phénomène? C'est une question que nous réservons pour le moment. Quoi qu'il en soit, la durée écoulée entre les deux interruptions est appréciée au moyen du chronographe Le Boulengé, instrument employé aujourd'hui par la plupart des Commissions d'épreuve de l'Artillerie des divers États pour mesurer de très petits intervalles de temps : ce que cet instrument réalise avec une précision égale à $\frac{1}{20000}$ de seconde. Nous avons préféré cette méthode aux procédés d'enregistrement mécanique, parce que ceux-ci sont sujets à des irrégularités, résultant de retards qui ont une grande importance dans des phénomènes aussi rapides. L'emploi de tubes trop courts a été évité, parce qu'il exagère les erreurs et expose à ces perturbations bien connues, qui se produisent au voisinage du point d'origine des ondes.

» Nos expériences ont porté : 1° sur la disposition du tube; 2° sur sa matière; 3° sur son caractère ouvert ou fermé; 4° sur sa longueur; 5° sur la pression initiale du mélange gazeux; 6° sur la composition de ce mélange, que nous avons fait varier, tantôt en y introduisant un gaz inerte, tantôt en modifiant la nature du gaz combustible. Nous allons exposer les faits, puis nous essayerons d'en discuter la théorie.

» I. *Disposition du tube.* — Nous avons opéré d'abord avec un tube de plomb, rectiligne et horizontal, long de $42^m,45$ [1], d'un diamètre intérieur égal à $0^m,005$. On le remplit avec un mélange électrolytique d'hydrogène et d'oxygène, sous la pression atmosphérique. Après chaque expérience, on dessèche le tube, en y faisant circuler, pendant plusieurs

---

(1) Toutes les longueurs sont comptées entre les deux interruptions.

heures, à l'aide d'une trompe, un courant d'air sec. Le Tableau suivant indique toutes nos expériences, sans que nous ayons écarté les résultats extrêmes, comme on le fait quelquefois.

	Temps observé en secondes.	Vitesse par seconde.
	"	m
1	0,014633	2901,0
2	0,014597	2908,1
3	0,013914	3050,9
4	0,015047	2821,2
5	0,015816	2675,5
6	0,014752	2877,6
7	0,014782	2871,8
8	0,015253	2783,1
Moyenne	0,014860	2861,1

» L'écart moyen d'une expérience s'élève à 79^m; l'écart maximum à $+190^m$ et à -186^m, ce qui répond à des intervalles de temps de $\pm 0'',00095$, soit près de $\frac{1}{1000}$ de seconde au maximum, l'erreur moyenne étant moitié plus petite. La longueur moyenne mesurée sur la tige des chronographes est égale à $0^m,0448$; chiffre qui donne une idée plus exacte du degré d'exactitude que comporte ce genre de mesures. Avec le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, cette longueur s'est élevée à $0^m,107$. L'erreur moyenne de nos essais est dix fois aussi considérable que celle que comporte le chronographe; elle résulte, non de l'instrument lui-même, mais des retards inégaux qui se produisent dans le procédé d'interruption employé. On sait que de telles erreurs existent dans tous les procédés de ce genre, et que leur grandeur doit être évaluée chaque fois. Elle s'élevait ici à 2,8 centièmes de la quantité mesurée en moyenne, et à 6,6 dans les cas extrêmes.

» La disposition rectiligne du tube exigeant des espaces libres trop étendus, lesquels ne pouvaient être obtenus qu'en plein air et dans des conditions difficiles à maintenir et à varier pendant des expériences prolongées, nous avons cru pouvoir disposer le tube dans le laboratoire même, sur une suite d'alignements parallèles et horizontaux, séparés par des coudes à rayon de courbure notable; le tout était fixé sur un cadre vertical. Dans cette opération, le tube s'allongea de $0^m,70$ et passa à $43^m,135$.

» On a répété la détonation dans ces nouvelles conditions, ce qui a fourni pour la vitesse par seconde

$2860^m,4$; $2712^m,9$; $2791^m,5$; en moyenne, $2788^m,3$.

Ce chiffre est un peu plus faible que le précédent; mais sans sortir des limites d'erreur moyenne. Nous admettrons donc que la vitesse est la même dans le tube recourbé que dans le tube rectiligne, et nous adopterons la moyenne générale 2841^m.

» II. *Matière du tube.* — La grandeur inattendue de cette vitesse, intermédiaire entre la vitesse du son dans le mélange gazeux tonnant et dans le métal qui constituait le tube, laissait quelque doute dans notre esprit. Était-ce réellement la vitesse de propagation de la détonation que nous mesurions? ou bien le métal ne propageait-il pas quelque mouvement vibratoire particulier, issu de l'explosion même produite à son origine? Qu'une telle propagation pût faire détoner le fulminate, c'est ce qui semblerait difficile à admettre, en raison de la faiblesse du mouvement ainsi transmis, et plus encore à cause de l'interposition des rondelles de cuir entre le métal et les bandelettes d'étain, comme aussi de l'absence de détonation des grains de fulminate légèrement huilés par accident, circonstance qui en ralentissait l'échauffement, sans en modifier d'ailleurs autrement la faculté explosive. Ajoutons encore que lorsque la flamme s'éteint en route, comme nous l'avons observé avec le tube de verre, l'enregistreur le plus éloigné demeure intact. Cependant nous n'avons eu pleine sécurité que lorsque nous avons réussi à reproduire nos expériences et à obtenir les mêmes vitesses dans un tube de caoutchouc, matière que l'on ne saurait soupçonner de propager le mouvement vibratoire à la façon des métaux.

» La combustion intérieure du mélange gazeux est si rapide qu'elle n'altère pas la matière du tube. Ce tube de caoutchouc avait une longueur de $40^m,109$, un diamètre intérieur de $0^m,005$, une épaisseur de plusieurs millimètres, et telle qu'il pût supporter soit le vide, soit une pression intérieure de plusieurs atmosphères, sans déformation sensible. Il a été disposé sur le cadre décrit plus haut, en alignements parallèles. Voici nos résultats :

	Vitesse par seconde
	2685^m
	2911
	2994
	2672
	2788
Moyenne...	2810

Cette moyenne concorde avec le chiffre 2841, obtenu avec le tube de plomb, dans les limites d'erreur.

» La propagation du phénomène explosif est donc indépendante de la matière du tube, pourvu que le diamètre intérieur demeure identique.

» Voici maintenant des expériences faites avec un système de tubes de verre, long de $43^m,34$, mais dont le diamètre intérieur moyen était de $0^m,0015$ seulement. C'étaient donc des tubes capillaires, longs chacun de 2^m et assemblés au contact, à l'aide de tubes de caoutchouc. Les coudes étaient faits avec le même tube de verre.

» Vitesse par seconde : 2403^m et 2279; moyenne : 2341.

» Ce chiffre est un peu plus petit que le précédent; sans doute à cause de la différence du diamètre, la propagation de l'explosion étant gênée dans un tube capillaire, comme il arrive également pour la propagation du son. Nous reviendrons sur la question du diamètre des tubes : nous nous bornons aujourd'hui à citer cette expérience, comme attestant le même ordre de grandeur de la vitesse dans un tube de verre.

» Les expériences faites dans le verre permettent de voir la propagation de la flamme. En opérant dans l'obscurité, on aperçoit toute la longueur du tube s'illuminer au même moment, sans que l'œil puisse percevoir la progression de la flamme.

» Il arrive parfois que la flamme refuse de se propager jusqu'au bout, probablement par suite de l'échauffement insuffisant des tranches placées en avant du mélange en ignition. Un des essais a donné lieu à cet égard à des observations caractéristiques. La flamme s'étant arrêtée en route, sans cependant s'éteindre, la vapeur d'eau, condensée en arrière, a produit un appel rétrograde du gaz, et l'on a vu très nettement un retour de la flamme vers son point de départ, retour qui a duré un intervalle de temps très appréciable, une seconde peut-être pour un intervalle de 2^m. Ceci montre bien la différence entre la combustion progressive du mélange gazeux et sa détonation proprement dite.

» III. *Fermeture du tube.* — On peut se demander si la vitesse de propagation de la détonation est la même dans un tube ouvert et dans un tube fermé. Ce dernier seul réalise les conditions rigoureuses d'une combustion à volume constant. C'est pourquoi nous avons opéré aussi (toujours avec le tube de caoutchouc), tantôt en laissant ouvert l'orifice le plus éloigné du point d'inflammation, tantôt l'orifice voisin, tantôt les deux à la fois.

Voici trois expériences de ce genre :

	Vitesse par seconde.
L'orifice le plus éloigné seul ouvert.	2645
L'orifice le plus voisin seul ouvert.	3052
Les deux orifices ouverts	2766
Moyenne	2821

» La moyenne avec le même tube complètement fermé était 2810. Ainsi les vitesses ont été trouvées sensiblement les mêmes dans les quatre cas.

» On voit par là que la propagation de la détonation est si rapide, que pendant sa durée les gaz ne sont pas projetés et n'ont pas le temps de s'écouler au dehors d'une manière appréciable, au moins dans des tubes étroits : ce qui s'explique, la détonation marchant plus vite que le son ne le fait dans les mêmes gaz, pris à la température ordinaire. La condensation de la vapeur d'eau qui se fait en arrière de la flamme joue également un rôle peu important, parce qu'elle n'a pas le temps de s'effectuer d'une façon appréciable.

» IV. *Longueur du tube.* — Il s'agit maintenant de savoir si la propagation de l'explosion se fait d'une manière uniforme dans les tubes. C'est en effet ce que vérifient les expériences suivantes, exécutées avec le tube de caoutchouc.

Mélange (H + O).

Distance des interrupteurs.	Vitesse.	
m 40,059	m 28[illegible]	
29,982 (¹)	2692 2716	moy. 2704.

Mélange (CO + O).

Distance des interrupteurs.	Vitesses.			Moyenne.
m 40,059	m 1096	1068	1104	1089
29,982 (¹)	1140	1121	»	1130
20,092 (²)	1187	1183	»	1185

(¹) Un bout de tube long de 13m, rempli de même mélange, suivait : c'est-à-dire que l'interrupteur était placé sur le trajet de la flamme et non à l'extrémité.

(²) L'interrupteur était placé au milieu de la longueur, sur le trajet de la flamme.

» Tube de verre de 1m,5 de diamètre ;

Mélange (H + O).

Distance des interrupteurs.	Vitesse.
43m,340	2341
20,944 (1)	2433

» Les écarts entre les vitesses mesurées avec des longueurs inégales ne surpassent pas les limites d'erreur.

» V. *Pression*. — Nous avons fait varier la pression, dans le rapport de 1 à 3 à peu près. On a opéré avec le tube de caoutchouc (40m,054).

Mélange (H + O).

Pression (exprimée par la hauteur d'une colonne de mercure).	Vitesse.
0m,560	2763m
0,760	2800
1,260	2776
1,580	2744

Mélange (CO + O).

Pression.	Vitesse.
0m,570	1120m
0,760	1089
0,834	1072
1,560	1140 et 1124; moy., 1132

» Ainsi, dans les limites de nos essais, la vitesse de propagation de la détonation, soit avec le mélange d'hydrogène et d'oxygène, soit avec le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, est sensiblement indépendante de la pression; de même que la vitesse du son et la vitesse de translation des molécules gazeuses, qui sont des phénomènes analogues.

» VI. *Composition des mélanges gazeux*. — Il résulte des nombres cités que la vitesse est différente pour les deux mélanges tonnants employés :

H + O	2810m
CO + O	1089

(1) L'interrupteur était placé cette fois au bout du tube.

» L'introduction d'un gaz inerte ralentit la détonation, comme on devait s'y attendre. Nous avons opéré avec l'air, dans le tube en caoutchouc.

		Vitesse.
Mélange renfermant 45 pour 100 de gaz tonnant (H + O)	....	1439^{m}
» 40 pour 200 »	....	1251
» 35 pour 100 »	....	1205

» A 32, 5 pour 100, il n'y a pas eu détonation propagée.

» Nous reviendrons sur cette partie de notre étude. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études chimiques sur le squelette des végétaux. Deuxième Partie : la vasculose;* par MM. E. Fremy et Urbain.

« La substance qui a été nommée *vasculose* par l'un de nous, dans un Mémoire déjà ancien, est répandue dans toute l'organisation végétale; elle peut être extraite de presque tous les tissus des végétaux; elle accompagne les corps cellulosiques et constitue la plus grande partie des vaisseaux et des trachées : c'est elle qui, dans le parenchyme de la moelle et dans le tissu ligneux, réunit entre elles les cellules, et qui est associée aux fibres corticales : c'est encore elle qui, à la surface des racines et des fruits, se présente souvent sous la forme d'une membrane continue transparente et cornée.

» On peut dire d'une manière générale que la vasculose est surtout abondante dans les parties des végétaux qui présentent de la résistance ou de la dureté; c'est ainsi qu'elle existe en plus grande proportion dans les bois durs que dans les bois tendres; le bois de peuplier n'en contient que 18 pour 100, tandis que nous avons constaté 34 pour 100 de vasculose dans le buis, 35 pour 100 dans l'ébène, 36 pour 100 dans le bois de gaïac, et 40 pour 100 dans le bois de fer : dans les concrétions pierreuses des poires et dans les endocarpes de la noix, de la noisette, de l'abricot, de la pêche et de la noix de coco, nous en avons trouvé souvent plus de 60 pour 100.

» La dureté des tissus ligneux avait été attribuée jusqu'à présent à des corps indéterminés, désignés sous le nom de *substances incrustantes*. Nous avons prouvé qu'elle est due principalement à la présence d'une matière bien définie, qui est la *vasculose*, que l'on peut considérer comme une des plus intéressantes de la Chimie organique, et dont nous allons faire connaître les principaux caractères.

» La vasculose peut être retirée facilement des différents tissus; mais, pour l'obtenir à l'état de pureté, nous employons de préférence la moelle de sureau.

» Dans ce but, après avoir épuisé la moelle de sureau par les dissolvants neutres et par les alcalis étendus, nous la faisons bouillir avec l'acide chlorhydrique faible, pour transformer la paracellulose en cellulose : nous faisons agir ensuite le réactif ammoniaco-cuivrique sur le tissu organique, et nous répétons ce traitement huit à dix fois, jusqu'à ce que le tissu ne cède plus rien au réactif cuivrique.

» La vasculose, ainsi préparée, conserve toujours une teinte légèrement jaunâtre : examinée au microscope, elle présente l'aspect du tissu primitif; on pourrait croire que ce tissu, qui a cependant perdu souvent plus de 50 pour 100 de sa substance par la dissolution des corps cellulosiques, n'a éprouvé aucune altération par l'action des réactifs.

» La vasculose est insoluble dans tous les dissolvants neutres; elle n'éprouve aucune altération lorsqu'on la fait bouillir dans les acides sulfurique, chlorhydrique, phosphorique étendus; elle résiste à l'action de l'acide sulfurique trihydraté; elle n'est pas altérée par les dissolutions alcalines bouillantes; l'acide sulfurique concentré ne la modifie que lentement; il la colore en la déshydratant.

» La vasculose est altérée rapidement par tous les agents d'oxydation, tels que l'acide nitrique, l'acide chromique, le permanganate de potasse, le chlore, les hypochlorites, le brome, etc. Sous ces influences oxydantes, qui servent à caractériser la vasculose, cette substance produit une série d'acides résineux. Ceux qui se forment en premier lieu ne sont pas sensiblement solubles dans l'alcool; les derniers se dissolvent dans l'alcool, et même dans l'éther.

» On peut exprimer d'une manière générale la composition de ces acides en disant qu'ils sont moins hydrogénés que la vasculose et plus oxygénés qu'elle.

» L'oxygène atmosphérique paraît, à la longue, agir sur la vasculose et la transformer en acides résineux solubles dans les alcalis; c'est cette altération de la vasculose qui nous a permis d'expliquer la modification que certains bois éprouvent au contact de l'air. En examinant les bois altérés par la pourriture, nous avons reconnu que la proportion normale de vasculose avait diminué d'une manière notable, parce que cette substance s'était transformée en acides résineux, que les alcalis et l'ammoniaque avaient entraînés.

» Lorsque la vasculose est soumise à l'action de l'acide nitrique fumant, elle produit des composés nitrés qui rappellent les celluloses nitriques.

» Sous l'influence des alcalis, la vasculose éprouve des transformations intéressantes, que nous avons étudiées avec soin.

» Nous avons dit que cette substance n'est pas altérée lorsqu'on la fait bouillir avec des dissolutions, même concentrées, de potasse ou de soude; mais elle se dissout rapidement lorsqu'on la chauffe, sous pression, vers 130°, avec des liqueurs alcalines caustiques. Il se forme dans cette action, comme dans celle des oxydants, une série d'acides qui commencent par être insolubles dans l'alcool, mais qui, sous l'influence prolongée des alcalis, deviennent d'abord solubles dans l'alcool et ensuite dans l'éther.

» En comparant la composition de quelques-uns de ces acides avec celle de la vasculose, nous avons constaté que, dans la première action des alcalis, la vasculose se changeait en acide résineux par une simple déshydratation; ensuite la réaction devient plus complexe : la baryte et la chaux agissent sur la vasculose comme sur les alcalis. C'est cette action des dissolutions alcalines sur la vasculose qui est utilisée dans la fabrication du papier de bois et de paille.

» Lorsqu'on chauffe la vasculose avec de l'hydrate de potasse fondu, la pression n'est plus nécessaire pour modifier la substance organique, qui se transforme immédiatement en acide ulmique. Ainsi, dans la réaction des alcalis en fusion sur le bois, c'est la vasculose seule qui forme les différents acides ulmiques; tandis que la cellulose produit des acides acétique et oxalique.

» Après avoir distingué et caractérisé les deux substances différentes qui constituent le bois, il nous a paru intéressant de rechercher quelle était celle qui, par l'action de la chaleur, produisait l'esprit de bois.

» Il est résulté de nos recherches que l'alcool méthylique est particulièrement engendré par la vasculose. En distillant une faible quantité de vasculose, 100^{g} environ, nous avons obtenu assez d'esprit de bois pour produire nettement, avec de l'acide oxalique, l'oxalate de méthylène cristallisé. C'est également la vasculose qui, dans la distillation du bois, forme la plus grande partie de l'acide acétique.

» Les observations que nous avons faites sur l'origine de l'acide acétique et celle de l'esprit de bois sont, du reste, confirmées par la pratique industrielle. En effet, les fabricants d'acide pyroligneux ont reconnu que les bois qui produisent ces deux corps pyrogénés en plus grande quantité sont précisément les bois lourds, qui sont riches en vasculose.

» Nous citerons ici les résultats analytiques qui confirment les faits précédents.

Composition de la vasculose de provenances différentes.

	Vasculose de la moelle de sureau.	Vasculose du bois.	Vasculose des vaisseaux.		Théorie.
Carbone.....	59,34	59,33	59,34	C^{36}	59,341
Hydrogène...	5,50	5,49	5,49	H^{20}	5,494
Oxygène.....	35,16	34,18	35,17	O^{16}	35,165

» On voit que la vasculose, par sa composition comme par ses propriétés, s'éloigne de la cellulose, qui contient 44,44 de carbone, 6,18 d'hydrogène et 49,38 d'oxygène.

Vasculose déshydratée par l'acide sulfurique.

			Théorie.
Carbone........	62,432	C^{36}	62,428
Hydrogène......	5,108	H^{18}	5,202
Oxygène........	32,378	O^{16}	32,370

Produits d'oxydation de la vasculose.

	Acide insoluble dans l'alcool.				Acide soluble dans l'alcool.		
			Théorie.				Théorie.
Carbone...	55,105	C^{36}	55,102	Carbone...	53,200	C^{36}	53,203
Hydrogène.	5,080	H^{16}	4,082	Hydrogène.	3,445	H^{14}	3,448
Oxygène...	40,815	O^{20}	40,816	Oxygène...	43,355	O^{22}	43,349

Action de la potasse sur la vasculose.

	Acide insoluble dans l'alcool et l'éther.				Acide soluble dans l'alcool.		
			Théorie.				Théorie.
Carbone...	62,424	C^{36}	62,428	Carbone...	65,880	C^{36}	65,873
Hydrogène.	5,210	H^{18}	5,202	Hydrogène.	4,874	H^{16}	4,878
Oxygène...	32,366	O^{14}	32,370	Oxygène...	29,246	O^{12}	29,269

Acide soluble dans l'éther.

			Théorie.
Carbone.........	68,00	C^{36}	67,080
Hydrogène.......	3,104	H^{10}	3,106
Oxygène.........	29,796	O^{12}	29,813

» Tels sont les caractères distinctifs de la substance remarquable qui accompagne souvent les corps cellulosiques dans le tissu des végétaux.

» Nos études chimiques sur la vasculose nous permettent de préciser le rôle que ce corps doit jouer dans l'organisation végétale.

» La résistance que la vasculose oppose à l'action des réactifs les plus énergiques nous fait penser que cette substance est destinée à souder, à recouvrir, à protéger les cellules et les fibres.

» La vasculose présente surtout de l'intérêt au point de vue de l'utilisation des fibres végétales. Nous avons constaté, en effet, qu'un grand nombre de fibres corticales, telles que celles du chanvre, du lin, de la ramie, etc., sont associées à une couche de vasculose dont l'épaisseur, qui est variable, exerce de l'influence sur les phénomènes du rouissage, du blanchiment et aussi sur l'affinité plus ou moins grande de ces fibres pour les matières colorantes.

» En enlevant la vasculose par l'action de réactifs convenablement choisis, on ne détruit pas la solidité des fibres, et on leur donne des propriétés nouvelles.

» Nous nous contentons de donner ici ces premières indications sur la composition chimique des fibres textiles, réservant pour un Mémoire spécial l'étude des principales fibres qui intéressent à un si haut degré notre industrie, et dont nous avons trouvé des échantillons authentiques dans nos précieuses collections du Muséum.

» Des recherches chimiques sur les fibres végétales qui ne sont pas encore suffisamment utilisées, se trouvant associées à des expériences agricoles, pourront peut-être rendre à nos départements du Midi ce que le phylloxera et l'abandon de la garance leur ont fait perdre. »

ÉTUDE DES SCIENCES. — *Sur le mode de publication le plus favorable au progrès des études scientifiques;* par M. DE SAINT-VENANT.

« Le fruit que l'on peut retirer des études scientifiques dépend, bien plus qu'on ne penserait, d'un détail dout il me paraît utile d'entretenir l'Académie.

» Pour comprendre les œuvres mathématiques, on sait à quel labeur souvent rebutant il faut le plus ordinairement se livrer. Il faut, me disait Poncelet, s'identifier avec leur auteur; il faut refaire sous d'autres formes, presque à chaque page, sa découverte. Or, continuait-il, c'est ce dont presque personne ne prend la peine.

» A ces œuvres-là, en effet, plus qu'à toutes autres peut-être, s'applique cette spirituelle maxime de Nicolas Pasquier : « Tenez de moi », dit-il dans une de ses Lettres du XVIe siècle, « que toute lecture sans la plume n'est » qu'un dormir. »

» La plume? Le conseil est bon, mais comment le suivre?

» Depuis deux tiers de siècle, les publications mathématiques sont exécutées, en France, dans de telles conditions que l'on ne peut y corriger une des inadvertances de l'éditeur, ni signaler en marge une erreur de l'auteur lui-même, ni développer un calcul, ou consigner un éclaircissement longtemps cherché, etc., sans produire, pour tout résultat de sa tentative, une tache de plusieurs millimètres de diamètre, qui se renouvelle chaque fois que l'on essaie d'approcher le bec de la plume du feuillet, qui en boit impitoyablement tout le contenu.

» Eh bien, dût-on m'accuser d'occuper de minuties les précieux instants de l'Académie, je ne crains pas d'affirmer que cette condition matérielle des publications est, à un haut degré, déplorablement antiscientifique.

» Nos devanciers entendaient les choses autrement. Les éditions de Leibnitz, des Bernoulli, d'Euler, et les premières aussi de Lagrange et Laplace permettent très bien, par la matière employée, telles annotations qu'on veut. Ayons, si ce n'est le génie de nos maîtres, leur bon sens pratique ne dédaignant aucun soin. Ayons leur désir zélé d'être compris, commentés, et d'offrir facilement à leurs disciples de visibles et sérieux points de départ d'ultérieures découvertes.

» Mais l'étude des œuvres éditées n'est pas seule intéressée à ce choix de la matière des impressions. Les notes par elles-mêmes sont fécondes. Comment possédons-nous les célèbres théorèmes sur les Nombres qui, depuis deux cent cinquante ans, font l'admiration et l'étonnement des géomètres? Par les marges d'un exemplaire grec des *Questions arithmétiques* de Diophante, où Fermat les consignait *à mesure* que la lecture attentive du vieux livre les lui inspirait, car de pareilles intuitions ont leur moment, qu'il faut saisir pour les fixer à l'instant, sous peine de les laisser sans retour.

» Mais, sans remonter à nos anciens, nous n'avons qu'à imiter l'intelligence de nos contemporains et voisins d'outre-Manche, d'outre-Rhin, d'outre-Monts. Grâce au choix qu'ils font constamment de la matière de leurs pages, je puis, si leur langage ne m'est pas suffisamment familier, m'aider, avec ma plume, d'un mot à mot interlinéaire pour bien comprendre leurs pensées. Ils apprécient nos œuvres, et ils nous sauraient gré de leur procurer, pour les lire, ce même genre de facilité.

» Au reste, ce qui s'imprime de sérieux en Belgique et aussi dans nos provinces offre déjà le même avantage; et les éditeurs, qui y en trouvent d'autres, n'y voient le mélange d'aucun inconvénient.

» Ces considérations ne se bornent évidemment pas aux œuvres mathé-

matiques. « Maltraitez les pages de vos livres, criblez-les de notes », disait dernièrement, en s'adressant aux jeunes chercheurs de la vérité, un de leurs meilleurs amis.

» Mais répondons aux objections. Prévenons-les même.

» L'usage général du papier collé sera-t-il plus coûteux? Rendra-t-il l'impression plus difficile? L'empêchera-t-il d'être prompte?

» L'exemple de tous les journaux quotidiens donne à la troisième question une réponse non douteuse.

» Et des hommes on ne peut plus compétents, imprimeurs, fabricants, directeurs de travaux, ont aussi répondu presque unanimément : *non!* aux deux autres questions que nous leur avons adressées soit par lettres, soit de vive voix dans leurs usines ou ateliers. Ce n'est pas ici le lieu de vous entretenir, à ce sujet, du collage ancien à la gélatine suivi du séchage feuille par feuille, et de celui qui y a été substitué, le collage végétal ou à la résine, exécuté sur la pâte même, tellement avantageux et économique qu'il permet quelques mélanges diminuant le prix total sans nuire ni à la solidité, ni à la souplesse, ni à la durée des feuilles imprimées.

» Permettez-moi donc de conclure que nous, hommes de science et de progrès, ne saurions trop combattre, en toute occasion, pour l'empêcher de s'invétérer, cette routine récente, qu'on dirait être purement ouvrière et subie par les maîtres, n'ayant enfin pour son maintien aucune raison valable. »

MÉDECINE. — *Sur deux petites épidémies de Peste dans le Khorassan.* Note de M. J.-D. THOLOZAN, communiquée par M. Larrey.

« Téhéran, le 12 décembre 1881.

» C'est un fait à peu près acquis à la Science, que la plupart des pandémies ont débuté par des manifestations d'abord isolées. A ce point de vue, les petites pestes qui se succèdent depuis quelque temps en Orient, à des intervalles de plus en plus rapprochés, doivent, pour le moins, être l'objet d'une observation attentive.

» En 1879, on a eu dans le Gouvernement d'Astrakan la peste de Vetlianka, fléau dont on n'a pas pu démontrer l'origine exotique. En 1881, on a observé une épidémie de fièvre bubonique grave en Mésopotamie, la sixième depuis quatorze ans, dans cette région connue de tout temps comme un foyer d'origine puissant des maladies loïmoïdes. Le nord-est de la Perse a été aussi attaqué, dans trois villages, par une de ces petites épidémies dont la contagion, telle qu'on la connaît jusqu'à présent, n'explique pas l'ori-

gine. Il m'a semblé digne d'intérêt de rendre compte à l'Académie de ce fait exceptionnel, le Khorassan étant cité de nos jours comme une des régions réfractaires à la peste.

» Au commencement du quatrième quart de la route de Téhéran à Méched, à 25^{km} au nord de la ville de Sebzevar, se trouve le canton de Djovein. C'est une spacieuse et fertile vallée de 12^{km} à 15^{km} de large, sur 110^{km} à 120^{km} de long, située entre deux chaînes de montagnes qui courent de l'ouest à l'est. Son altitude varie de 900^{m} à 1500^{m}. Djovein, comme le Khorassan en général, est un pays froid l'hiver et tempéré l'été. On y compte 70 villages, habités par 5000 familles, dont quelques-unes à demi nomades. Cette population, assez aisée, est presque entièrement occupée d'agriculture et de l'élevage des moutons. Les centres d'habitation, qu'ils soient situés dans la plaine ou sur le versant des montagnes, ne présentent aucune des conditions généralement reconnues comme favorisant le développement des maladies pestilentielles, et leur état hygiénique n'offre rien qui diffère de celui des autres districts de la province du Khorassan, qui est une des parties les plus saines de la Perse. C'est dans trois villages de cette contrée, à Djouloumbaran en 1877, et à Boudagabad et Kélaté-Arab en 1881, que s'est développée une épidémie dont le début présenta les traits les plus caractérisés et les plus graves de la peste noire.

» Au mois de janvier 1878, le chef du bureau télégraphique de Sebzevar transmit à Téhéran les renseignements suivants : au nord de Sebzevar, au petit village de Djouloumbaran, situé dans les montagnes, au milieu d'un état sanitaire qui ne présentait rien d'exceptionnel, éclata en décembre 1877 une maladie étrange qui, après avoir causé 37 décès sur 300 habitants, disparut en deux semaines. Le mal commençait par la céphalalgie, le point de côté, la toux, puis se montrait une expectoration sanglante, et la mort arrivait du premier au troisième jour, avec conservation complète de l'intelligence jusqu'aux derniers moments. Dans chaque maison où parut la maladie, tout le monde en fut attaqué, et il y eut à peine quelques guérisons. Le médecin sanitaire de Sebzevar envoyé, d'après mon conseil, en mission dans cette localité au mois de juin dernier, reconnut que cette épidémie de la fin de 1877 était bien la peste. Des engorgements glandulaires, aux aines et aux aisselles, s'étaient en effet montrés un certain nombre de fois. Les habitants du pays, interrogés sur le fléau qui les avait décimés quatre ans auparavant, dirent que, de mémoire d'homme, ils n'avaient jamais observé chez eux ni au voisinage de maladie analogue. Ils l'appelèrent *douleur de poitrine avec bubon*. Depuis la fin de décembre 1877, date de

l'extinction de cette épidémie, jusqu'à ce jour, on n'a observé à Djouloumbaran aucun cas suspect.

» Le second fait dont j'ai à parler, et sur lequel des données très précises ont pu être rassemblées, s'est passé dans deux villages voisins l'un de l'autre, situés dans la plaine à 24^{km} de Djouloumbaran et à 42^{km} au nord de Sebzevar. La première nouvelle en parvint à Téhéran le 17 mai dernier. Dans plusieurs maisons des deux villages, tous les habitants étaient morts; les autres s'étaient enfuis dans la campagne et sur les montagnes.

» Le premier village atteint, Boudagabad, avait perdu, à cette époque, plus de la moitié de ses habitants; le second village, Kélaté-Arab, avait perdu 112 habitants sur 1000, et on y comptait seulement sept cas de guérison.

» D'abord il s'agit d'une maladie très grave, à localisation pulmonaire, où la mort arrivait en vingt-quatre ou quarante-huit heures; plus tard, les bubons axillaires et inguinaux se montrèrent, soit avec les symptômes pulmonaires, soit seulement avec une fièvre continue pétéchiale, à forme typhique. Aucune affection semblable n'avait été observée, de mémoire d'homme, dans ces deux villages, et aucune contagion venue du dehors n'en expliquait l'origine. Le 25 juin, la maladie avait totalement disparu; la cessation du mal s'expliquait plutôt par la dispersion des habitants que par l'atténuation du poison morbide lui-même. Le 20 juillet, les habitants de Boudagabad et de Kélaté-Arab n'étaient pas encore rentrés dans leurs foyers; neuf d'entre eux se trouvaient à Sebzevar.

» On apprit d'eux que la maladie avait commencé le 17 avril, sur une jeune fille, avec les symptômes de la pneumonie adynamique grave, et que la mort était survenue après trente-six heures de maladie. Un jour après, le père et l'oncle de cette malade présentèrent les mêmes symptômes et moururent en vingt-quatre heures. Ensuite la maladie se montra dans les maisons voisines, et, à la fin du quatrième jour, il y avait eu trente-cinq cas et trente-quatre décès sur 60 habitants. Cette épidémie, par suite de la dispersion immédiate des habitants frappés de terreur, ne dura que cinq jours à Boudagabad; sur aucun des habitants de ce village on n'observa de bubons.

» La maladie fut transportée de là à Kélaté-Arab le 25 avril, par le médecin qui avait été soigner les malades dont nous venons de parler; il était retourné chez lui déjà atteint par la contagion, et il mourut après 48 heures d'une maladie qui présenta tous les symptômes de celle de Boudagabad. Trois jours après la mort du médecin, son neveu, son frère et sa sœur tombèrent malades, et moururent aussi après deux jours de

maladie. Le 5 mai, l'épidémie régnait déjà avec intensité à Kélaté-Arab; le 10 seulement, les bubons axillaires et inguinaux parurent sur presque tous les malades; à la fin de l'épidémie, le 25 juin, on compta 240 décès sur 1000 habitants.

» Avant l'invasion de cette épidémie, le typhus, ou une fièvre continue analogue, s'était montré par des cas bénins dans les localités infectées et aux environs. Cette fièvre continua à régner jusqu'à la fin de juin, avec une intensité variable, dans les villes voisines, Sebzevar, Damghan, Semnan; aucune fièvre bubonique, grave ou légère, ne fut observée dans ces localités. Aucun des villages situés autour de Djouloumbaran et au voisinage de Boudagabad et de Kélaté-Arab ne fut atteint de peste. Il faut noter, à ce sujet, que les habitants des localités demeurées indemnes ne reçurent pas chez eux les fuyards des localités pestiférées. Toutefois, la population des deux derniers villages infectés, étant assez aisée, possédait des habits et des tapis de laine qui furent dispersés en partie, dit-on, dans les villages voisins, malgré les conseils de prophylaxie restrictive sévère venus de Téhéran.

» Les ordres donnés, dès le début, pour la destruction des villages par l'inondation ou par le feu n'ont pu être exécutés que très imparfaitement; quelques maisons seulement ont pu être brûlées; on s'est borné à désinfecter, par les moyens les plus simples, un certain nombre d'autres maisons et quelques effets.

» Le 25 août, tous les habitants étaient rentrés dans leurs foyers et le 25 novembre aucun symptôme suspect ne s'était montré sur la population. A cette dernière date, il existait encore à Sebzevar et aux environs quelques cas sporadiques de typhus. La peste bovine (typhus contagieux des bêtes à cornes), dont l'invasion dans les environs de Sebzevar avait été de deux mois postérieure à celle de la peste pneumo-bubonique de l'homme, continuait à y sévir avec intensité. »

M. **G.-A. Hirn**, en adressant à l'Académie les « Réfutations des critiques de M. G. Zeuner » qu'il vient de publier, avec M. *Hallauer*, dans les *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse*, accompagne cet envoi des remarques suivantes :

« Les personnes qui s'occupent de Mécanique et de Physique appliquées se rappellent que, dès mes premiers travaux sur la machine à vapeur, je me suis attaché à montrer qu'il est impossible d'établir, *a priori* et sans

le secours continu de l'expérience directe, aucune théorie tant soit peu correcte de ces moteurs. Dès l'abord, j'ai mis en relief l'influence perturbatrice puissante qu'exercent les parois des cylindres, agissant comme réservoirs ou comme récepteurs, *positifs* et *négatifs*, de chaleur. J'ai nommé *théorie générique* celle qu'on peut édifier en partant des seules propriétés de la vapeur étudiée dans nos laboratoires, et en supposant que les pièces métalliques du moteur n'ont aucune action. J'ai nommé *théorie expérimentale ou pratique* celle, au contraire, à laquelle on arrive en tenant compte expérimentalement de l'influence des parois et d'autres causes perturbatrices multiples. J'ai montré que, dans tel cas donné, la théorie générique peut conduire à des erreurs de 40 et 50 pour 100 sur les résultats vérifiés directement par des expériences bien faites. Depuis mes premiers travaux, ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire dans nos *Comptes rendus*, j'ai été puissamment secondé dans mes recherches par quelques personnes dévouées à l'étude; et la Société industrielle de Mulhouse, qui ne reste jamais en arrière quand il s'agit de contribuer à un progrès, a appuyé d'autres travaux qui se sont faits dans la même direction. Les recherches qui, faites par moi seul, ne pouvaient avoir qu'un caractère d'approximation ont pris ainsi peu à peu le caractère de la plus haute exactitude. J'ai donné, dans ma dernière édition de *Thermodynamique*, les résultats d'un bon nombre d'expériences, que j'ai pu exécuter ainsi avec le concours de mes amis; d'autres travaux spéciaux ont été publiés séparément par leurs auteurs. On sait de quelle large part M. Hallauer a enrichi nos connaissances dans le domaine de la mécanique des moteurs à vapeur.

» Tout récemment, M. G. Zeuner, l'éminent analyste, aujourd'hui directeur de l'École Polytechnique de Dresde, a publié une critique développée, dans laquelle, pour m'exprimer sous la forme la plus concise et la plus claire, il s'efforce de démontrer que les *chercheurs alsaciens* ont faussement attribué à l'action des parois métalliques des cylindres une action qui dérive, du moins en très grande partie, de la présence d'une provision d'eau en permanence dans les espaces perdus, etc.

» C'est à cette critique que nous répondons aujourd'hui, M. Hallauer et moi, sous deux formes très différentes. En analysant convenablement les résultats d'expériences très correctes, il ne nous a pas été difficile de rétablir, chacun de son côté, les faits réels, de montrer que les conclusions des chercheurs alsaciens restent intégralement debout, que nous n'avions en aucune façon exagéré l'influence des parois des cylindres-moteurs, et que la provision d'eau en permanence, invoquée par M. Zeuner, si elle

existe, est du moins tellement minime qu'il n'y a nullement lieu de la mettre en parallèle avec l'action des parois.

» Je me permets d'ajouter que le lecteur trouvera, dans notre travail collectif, autre chose encore qu'une simple réponse à une critique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *H. Sainte-Claire Deville*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. A. Gaudry réunit......	40	suffrages
M. Lory »	18	

M. **A. Gaudry**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Bargné** adresse divers documents relatifs à un projet d'aménagement des eaux en France, au point de vue de l'agriculture.

(Commissaires : MM. H. Mangon, Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Volume du « Traité de Géométrie analytique » de M. *H. Picquet*. (Première partie : Géométrie à deux dimensions.)

2° Une nouvelle livraison des « Annales du Musée d'Histoire naturelle de Belgique. Série paléontologique; Tome VI : Faune du calcaire carbonifère de la Belgique; troisième Partie : Gastéropodes »; par M. *L.-G. de Koninck*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans son beau Mémoire sur les surfaces à lignes de courbures planes et sphériques, M. O. Bonnet a mis en évidence pour la première fois toute l'importance de la *représentation sphérique* des surfaces, et il a montré que, si l'on établit une correspondance entre une surface quelconque et une sphère par la condition que les plans tangents aux deux surfaces aux points correspondants soient parallèles, aux lignes de courbure de la surface correspondront sur la sphère deux systèmes de lignes orthogonales. En ce qui concerne les surfaces à lignes de courbures planes, M. Bonnet a montré qu'à toute ligne plane doit correspondre, d'après le théorème de Joachimstahl, un cercle de la sphère. Par conséquent, la recherche des surfaces à lignes de courbures planes dans les deux systèmes équivaut à la détermination des surfaces dont les lignes de courbures ont pour image sphérique un double système de cercles orthogonaux.

» En 1868 et 1869, dans deux Notes insérées aux tomes LXVII et LXVIII des *Comptes rendus*, je me suis proposé le problème général qui consiste à déterminer les surfaces ayant une représentation sphérique donnée. J'ai montré que ce problème conduit à une équation linéaire aux dérivées partielles, ce qui permet de déduire de plusieurs solutions particulières une solution contenant des constantes arbitraires. J'ai donné en outre la solution complète du problème suivant :

» *Trouver toutes les surfaces dont les lignes de courbures ont pour représentation sphérique un système d'ellipses et d'hyperboles homofocales.*

» Je me propose aujourd'hui de compléter ce résultat et de montrer que l'on peut obtenir toutes les surfaces ayant pour représentation sphérique, soit un système d'ellipses et d'hyperboles homofocales, soit le système orthogonal que l'on déduit du précédent par l'inversion la plus générale. Voici la méthode que j'ai suivie pour effectuer cette intégration.

» Considérons un plan représenté par l'équation

$$ux + vy + wz + p = 0,$$

où u, v, w, p sont des fonctions de deux variables ρ, ρ_1. Ce plan enveloppe une surface non développable. Les lignes $\rho = C$, $\rho_1 = C$, tracées sur cette

surface, seront, comme on sait, conjuguées toutes les fois que l'on aura

$$\Sigma \pm u \frac{\partial v}{\partial \rho} \frac{\partial w}{\partial \rho_1} \frac{\partial^2 p}{\partial \rho \, \partial \rho_1} = 0,$$

ou, ce qui est la même chose, toutes les fois qu'il existera une équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \rho \, \partial \rho_1} + A \frac{\partial \theta}{\partial \rho} + B \frac{\partial \theta}{\partial \rho_1} + C\theta = 0,$$

dont u, v, w, p seront des solutions particulières.

» Réciproquement, supposons que l'on connaisse cinq solutions de cette équation u, v, w, p, p_1, les surfaces (Σ), (Σ') enveloppes des plans

$$ux + vy + wz + p = 0,$$
$$ux + vy + wz + p' = 0$$

jouiront de la propriété que, pour les points correspondants aux mêmes valeurs de ρ, ρ_1, les plans tangents aux deux surfaces seront parallèles, et en outre que les lignes $\rho = C$, $\rho_1 = C$ seront conjuguées sur les deux surfaces. Si l'une de ces surfaces est une sphère (S), les lignes conjuguées deviendront sur (S) des lignes orthogonales, et ce système de lignes orthogonales devient la représentation sphérique des lignes de courbure de l'autre surface. Nous sommes ainsi conduits, on le verra sans peine, au théorème suivant :

» *Etant donnée une équation aux dérivées partielles de la forme* (1), *si l'on peut trouver quatre solutions de cette équation liées par la relation*

$$(2) \qquad u^2 + v^2 + w^2 = p^2,$$

les équations

$$x = \frac{u}{p}, \quad y = \frac{v}{p}, \quad z = \frac{w}{p}$$

définiront un système de lignes sphériques orthogonales, et la surface la plus générale dont les lignes de courbure ont ce système pour image sphérique sera l'enveloppe du plan

$$ux + vy + wz + P = 0,$$

où P *est l'intégrale générale de l'équation* (1).

» On voit donc que, pour avoir des solutions complètes du problème de la représentation sphérique des surfaces, il suffit de connaître une équa-

tion de la forme (1) dont on ait l'intégrale générale et qui ait quatre solutions particulières liées par l'équation (2) ou, en général, par une équation du second degré à coefficients constants.

» Considérons, par exemple, l'équation

$$(3)\qquad 2(\rho-\rho_1)\frac{\partial^2\theta}{\partial\rho\,\partial\rho_1}+\frac{\partial\theta}{\partial\rho}-\frac{\partial\theta}{\partial\rho_1}=0.$$

» On trouvera facilement des solutions particulières de la forme

$$u=\sum_1^4 A_i\sqrt{(\rho+a_i)(\rho_1+a_i)},$$

$$v=\sum_1^4 B_i\sqrt{(\rho+a_i)(\rho_1+a_i)},$$

$$w=\sum_1^4 C_i\sqrt{(\rho+a_i)(\rho_1+a_i)},$$

$$p=\sum_1^4 D_i\sqrt{(\rho+a_i)(\rho_1+a_i)},$$

entre lesquelles aura lieu la relation (2). Le système sphérique orthogonal correspondant sera celui qui a été indiqué au commencement de cette Note. Comme on sait déterminer une infinité de solutions particulières et l'intégrale générale de l'équation (3), le résultat annoncé se trouve établi.

» Il me reste à indiquer comment on peut rattacher ce résultat au théorème suivant :

» *Si l'on peut déterminer les surfaces ayant une représentation sphérique donnée, on saura aussi déterminer sans intégration nouvelle les surfaces ayant pour représentation sphérique celle qu'on déduit de la précédente par une inversion quelconque.*

» Ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une nouvelle Communication, dans laquelle je donnerai quelques détails sur l'intégration de l'équation (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouveaux théorèmes sur l'équation indéterminée* $ax^4+by^4=z^2$. Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Les nouveaux théorèmes renfermés dans cette Note sont semblables à ceux que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur le même sujet ;

comme eux, ils expriment des cas généraux où l'équation énoncée est impossible en nombres rationnels, tandis que l'équation quadratique correspondante admet une infinité de solutions. Pour abréger, je réunirai ces théorèmes dans un énoncé commun, après en avoir formulé quelques-uns d'une manière distincte.

» I. On ne peut résoudre en nombres rationnels aucune des équations renfermées dans la formule

$$px^4 - 114y^4 = z^2,$$

où p désigne l'un des nombres premiers représentés par la forme $2u^2 + 57v^2$, tels que 57, 59, 89, 107, 257, 449, 563, 569, 857, ...

» II. Si l'on désigne par p l'un des nombres premiers représentés par la forme $7u^2 + 18v^2$, aucune des équations renfermées dans la formule

$$px^4 - 126y^4 = z^2$$

n'est résoluble en nombres rationnels. Telles sont les équations

$$7x^4 - 126y^4 = z^2, \quad 79x^4 - 126y^4 = z^2, \quad \ldots,$$
$$193x^4 - 126y^4 = z^2, \quad 337x^4 - 126y^4 = z^2, \quad \ldots,$$
$$463x^4 - 126y^4 = z^2, \quad 457x^4 - 126y^4 = z^2, \quad \ldots.$$

» III. Si p désigne l'un des nombres premiers 37, 97, 229, 313, 397, 433, 709, 829, ..., représentés par la forme $4u^2 + 33v^2$, aucune des équations renfermées dans la formule

$$px^4 132y^4 = z^2$$

n'est résoluble en nombres rationnels.

» IV. De même, l'équation

$$px^4 - 136y^4 = z^2$$

n'admet aucune solution rationnelle, lorsque p désigne l'un des nombres premiers représentés par la forme $8u^2 + 17v^2$, tels que 17, 89, 241, 281, 353, 409, 433, 457, 1033, ...

» V. Il est également impossible de résoudre en nombres rationnels l'équation

$$px^4 - 138y^4 = z^2,$$

lorsque p est l'un des nombres premiers 3, 73, 193, 211, 331, 409, 547, 691, 739, 811, 883, ..., représentés par la forme $3u^2 + 46v^2$.

» VI. Généralement l'équation

$$px^4 - my^4 = z^2,$$

où p désigne un nombre premier, est impossible en nombres rationnels, lorsque les deux nombres m et p présentent l'une des combinaisons suivantes :

1° $m = 145$, $p = 5u^2 + 29v^2 = 5, 29, 109, 241, 281, 349, 499, 509, 541, 701, 709, \ldots$
2° $m = 150$, $p = 6u^2 + 25v^2 = 31, 79, 241, 409, 631, 751, 919, 1009, 1039, \ldots$
3° $m = 153$, $p = (13, 4, 13) = 13, 229, 373, 421, 433, 457, 587, 757, 769, 1033, 1069, \ldots$
4° $m = 154$, $p = 11u^2 + 14v^2 = 11, 67, 113, 137, 323, 331, 401, 449, 499, 949, \ldots$
5° $m = 156$, $p = 12u^2 + 13v^2 = 13, 61, 313, 337, 433, 601, 757, 937, 1093, \ldots$
6° $m = 160$, $p = (4, 2, 41) = 41, 89, 401, 409, 569, 769, 881, 1009, 1049, \ldots$
7° $m = 180$, $p = 9u^2 + 20v^2 = 29, 89, 101, 401, 461, 521, 761, 809, 1049, 1109, \ldots$
8° $m = 184$, $p = (8, 4, 25) = 41, 73, 257, 389, 449, 557, 593, 601, 673, 929, \ldots$
9° $m = 192$, $p = (4, 2, 49) = 73, 97, 193, 313, 337, 433, 463, 577, 631, 751, 991, 1087, \ldots$
10° $m = 198$, $p = 22u^2 + 9v^2 = 31, 97, 103, 313, 433, 463, 577, 631, 751, 991, 1087, \ldots$
11° $m = 205$, $p = 5u^2 + 41v^2 = 5, 41, 61, 389, 409, 449, 541, 569, 661, 701, 769, \ldots$
12° $m = 208$, $p = (16, 8, 17) = 17, 113, 313, 337, 521, 601, 809, \ldots$
13° $m = 220$, $p = 5u^2 + 44v^2 = 5, 89, 181, 401, 421, 449, 521, 641, 1021, \ldots$
14° $m = 225$, $p = 9u^2 + 25v^2 = 61, 109, 181, 349, 541, 601, 661, 769, 829, \ldots$
15° $m = 238$, $p = 2u^2 + 119v^2 = 127, 137, 151, 191, 281, 457, 673, \ldots$
16° $m = 252$, $p = 9u^2 + 28v^2 = 37, 109, 181, 349, 541, 601, 661, 769, 829, \ldots$
17° $m = 258$, $p = 6u^2 + 43v^2 = 43, 67, 97, 139, 193, 337. 643, 769, 907, \ldots$
18° $m = 282$, $p = 3u^2 + 94v^2 = 3, 97. 241, 337, 379, 457, 523, 601, 619, 739, \ldots$
19° $m = 288$, $p = (4, 2, 73) = 73, 97, 193, 241, 433, 601, 673, 769, 937, 1009, \ldots$
20° $m = 310$, $p = 10u^2 + 31v^2 = 31, 41, 71, 191, 281, 521, 439, 769, 1031, 1471, \ldots$
21° $m = 322$, $p = 2u^2 + 161v^2 = 163, 179, 193, 211, 233, 449, 499, 673, 739, 883, \ldots$
22° $m = 328$, $p = 8u^2 + 41v^2 = 41, 73, 113, 241, 401, 433, 569, 761, 881, 1009, \ldots$
23° $m = 333$, $p = 9u^2 + 37v^2 = 37, 73, 157, 181, 229, 273, 613, 877, 937, 1327, \ldots$
24° $m = 340$, $p = 4u^2 + 85v^2 = 89, 101, 149, 229, 281, 409, 569, 661, 761, 769, 829, \ldots$
25° $m = 352$, $p = (4, 2, 89) = 89, 97, 113, 137, 257, 313, 449, 617, 929, 1049, \ldots$
26° $m = 372$, $p = 4u^2 + 93v^2 = 97, 109, 157, 193, 349, 577, 769, 853, 877, 937, 1033, 1093, \ldots$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la notion arithmétique de genre.* Note de M. H. Poincaré, présentée par M. Hermite.

« 4. Reprenons la forme quadratique $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ étudiée dans la Note précédente, et envisageons une autre forme $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ appartenant au même ordre et ayant même déterminant Δ.

» On reconnaîtra que ces deux formes seront toujours équivalentes suivant un module impair et premier à Δ, de telle façon que, pour savoir si elles sont du même genre, il suffit de rechercher si elles sont équivalentes suivant une puissance quelconque de 2 et des facteurs premiers impairs de Δ.

» Soit p un facteur premier impair de Δ et

$$(\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n)$$

une série de nombres tels que

$$\gamma_i \equiv 0 \pmod{p^{\lambda_i}} \quad \text{sans que} \quad \gamma_i \equiv 0 \pmod{p^{\lambda_i+1}}$$

» Voici quelle est la condition nécessaire et suffisante pour que les deux formes f et φ soient équivalentes suivant une puissance quelconque de p.

» Le mineur formé dans le tableau des coefficients de f en prenant les i premières lignes et les i premières colonnes s'appellera le *premier mineur* d'ordre $n-i$; il sera divisible par p^μ, où

$$\mu = i\lambda_1 + (i-1)\lambda_2 + \ldots + 2\lambda_{i+1} + \lambda_i.$$

» Je l'égalerai donc à Ap^μ. Nous pourrons toujours supposer que A est premier avec p, car, s'il ne l'était pas, on pourrait appliquer à la forme f une transformation linéaire telle que le premier mineur d'ordre $(n-i)$ ne soit pas divisible par $p^{\mu+1}$. De même, le premier mineur d'ordre $(n-i)$ de φ sera égal à Bp^μ, B étant premier avec p.

Si $\lambda_{i+1} = 0$, A et B ne sont assujettis à aucune condition; si $\lambda_{i+1} > 0$, A et B doivent être tous deux restes quadratiques, ou tous deux non restes à p.

» On connaît ainsi les caractères génériques de f relativement au nombre p.

» 5. Il reste à examiner quelles sont les conditions pour que les deux formes f et φ soient équivalentes suivant une puissance quelconque de 2. Pour être du même genre que f, la forme φ devra présenter certains caractères relatifs aux modules 4 et 8, ainsi que Gauss l'a déjà montré pour les formes binaires. Je me bornerai ici à un exemple.

» Je suppose que le premier coefficient de f, tous ses premiers mineurs et son déterminant soient $\equiv 1 \pmod{4}$. Il est facile d'en conclure que les nombres $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$ doivent être impairs, et que

$$\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_{n-1} = 1.$$

» Si la forme φ est du même genre que f, ses caractères ordinaux de première et de seconde espèce seront les mêmes que ceux de f; on pourra donc toujours appliquer à φ une transformation telle que tous ses premiers mineurs (y compris le premier coefficient et le déterminant) deviennent impairs. Voici la condition à laquelle sera assujettie φ :

» *Le nombre de ses premiers mineurs qui seront $\equiv 3$ (mod. 4) sera divisible par 4.*

» 6. En ce qui concerne les formes cubiques binaires

$$(1) \qquad ax^3 + 3bx^2y + 3cxy^2 + dy^3,$$

je me bornerai encore à des exemples, et je montrerai seulement comment elles se répartissent en genres par rapport aux modules 2, 3 et 5.

» Par rapport au module 2, toutes les formes (1) sont équivalentes à l'une des six formes

$$2x^3 + 6x^2y + 6xy^2 + 2y^3,$$
$$x^3, \quad x^3 + y^3,$$
$$3x^2y + 3xy^2, \quad x^3 + 3xy^2,$$
$$x^3 + 3xy^2 + y^3,$$

qui appartiennent toutes à des genres différents. Parmi elles, la quatrième et la sixième ont même discriminant et appartiennent au même ordre (par rapport au module 2). Toutes les autres sont d'ordre différent.

» Par rapport au module 3, toutes les formes (1) sont équivalentes à l'une des six formes

$$3x^2y + 3xy^2, \quad 3x^2y,$$
$$3x^3 + 9x^2y + 9xy^2 + 3y^3,$$
$$x^3, \quad x^3 + 3xy^2, \quad x^3 + 6xy^2.$$

» Ces formes sont toutes d'ordre ou de déterminant différent.

» Classons maintenant les formes cubiques binaires en genres par rapport au module 5.

» Les formes de discriminant $\equiv 0$ (mod. 5) se distribuent en trois ordres, comprenant chacun un genre.

» Les formes de discriminant $\equiv 1$ ou 4 se répartissent en un seul ordre et en un seul genre.

» Les formes de discriminant $\equiv 2$ ou 3 se répartissent en un seul ordre et en trois genres. Supposons d'abord le discriminant $\equiv 2$ (mod. 5).

» Les formes des trois genres seront respectivement équivalentes à l'une

des trois formes

$$x^3 + 6xy^2 + y^3, \quad 2x^2 + 12xy^2 + 2y^3, \quad x^3 + 9xy^2.$$

» Supposons maintenant que le discriminant soit $\equiv 3$; les formes des trois genres seront respectivement équivalentes à l'une des trois formes

$$x^3 + 12xy^2 + y^3, \quad 2x^3 + 24xy^2 + 2y^3, \quad x^3 + 6xy^2. \text{ »}$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les ondes que fait naître, dans l'eau en repos d'un canal, l'émersion d'un cylindre solide, plongé en travers dans ce canal.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Les résultats démontrés dans mes deux Notes des 2 et 9 janvier, pour le problème des petits mouvements qu'exécute le liquide d'abord en repos d'un canal, à la suite de légères dénivellations $h = F(x)$ produites aux environs de l'origine, consistent en ce que : 1° la fonction φ de x, z et t, qui donne, par ses dérivées partielles φ'_x et $\varphi'_z = \varphi''_t$, la composante horizontale u et la composante verticale w de la vitesse, peut se déterminer au moyen des deux équations indéfinies $\varphi^{\text{IV}}_t + \varphi''_x = 0$, $\varphi''_z + \varphi''_x = 0$ et des cinq conditions spéciales $\varphi = 0$ (pour $t = 0$), $\varphi''_t = 0$ (pour $t = 0$), $\varphi = 0$ (pour ι infini), $\varphi = 0$ (pour t infini), $-\varphi'_t = h = F(x)$ (pour z et t nuls); 2° la première de ces équations indéfinies et les deux premières relations spéciales sont satisfaites en posant

$$(1) \qquad \varphi = \int_0^\infty \left[f\left(x - \frac{\alpha^2}{2}, z\right) + f\left(x + \frac{\alpha^2}{2}, z\right) \right] \psi\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right) d\alpha,$$

où $f(x, z)$ désigne une fonction arbitraire de x et z, supposée toutefois tendre vers zéro quand $\iota = \sqrt{x^2 + z^2}$ grandit indéfiniment, et où $\psi(\gamma)$, intégrale de l'équation $\psi''(\gamma) + \psi(\gamma) = \frac{1}{2\sqrt{\gamma}}$, est la fonction $\int_0^{\sqrt{\gamma}} \sin(\gamma - m^2)\, dm$, donnant $\psi(0) = 0$, $\psi'(0) = 0$, $\int_0^\infty \psi'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha = \frac{\pi}{4\sqrt{2}}$ et, par suite,

$$\varphi'_t = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} f(x, z)$$

à la limite $t = 0$. Or, pour que la même expression vérifie aussi la seconde équation indéfinie et la cinquième condition spéciale, il suffit que l'on ait

$f''_z + f''_x = 0$, avec $f(x, 0) = -\frac{2\sqrt{2}}{\pi}F(x)$, relations qui, jointes à $f(x, z) = 0$ (pour $\imath$ infini), reviennent à prendre

$$(2) \quad f(x, z) = -\frac{2\sqrt{2}}{\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{z F(\xi)\, d\xi}{z^2 + (x - \xi)^2} = -\frac{2\sqrt{2}}{\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{F(x + z\eta)\, d\eta}{1 + \eta^2}.$$

» En effet, le second membre de (2) annule $f''_z + f''_x$ et devient, quand $\imath$ est très grand, tout au plus comparable à l'inverse de $\imath$, vu que $F(\xi)$ s'annule, par hypothèse, dès que ξ diffère suffisamment de zéro; de plus, le troisième membre de (2), déduit du second en posant $\xi = x + z\eta$, se réduit bien, pour $z = 0$, à $-\frac{2\sqrt{2}}{\pi}F(x)$.

» Dans ces conditions, l'expression (1) de φ est une quantité parfaitement définie. Pour le reconnaître, observons que, sous le signe $\int$, le facteur ψ, ne dépassant jamais certaines valeurs absolues, ne peut rendre l'intégrale (1) indéterminée si, abstraction faite de ce facteur, les éléments y ont une somme absolue finie. Or, c'est ce qui a lieu, car les fonctions constamment finies f, qui y multiplient $d\alpha$, deviennent au plus comparables, pour α très grand, à l'inverse de α^2. Il en serait évidemment de même si, à la place de ψ, l'intégrale (1) contenait la fonction ψ', finie aussi pour toutes les valeurs de sa variable, ou encore, à plus forte raison, si l'on évaluait les dérivées successives en x ou z de φ, qui auraient des formes analogues à (1), mais avec des dérivées partielles de f, au lieu de f, dérivées de plus en plus rapidement décroissantes, aux grandes distances $\imath$, à mesure que leur ordre s'élève. Quant aux dérivées de φ par rapport à t, obtenues en différentiant également l'intégrale (1) sous le signe $\int$, elles seront, de même, finies et déterminées, bien qu'il paraisse, dans celles d'un ordre supérieur au second, une dérivée de ψ, infinie pour la valeur zéro de sa variable; car il y entrera, par contre, une dérivée de f non moins élevée, et qui, se trouvant au même instant prise pour $\imath$ infini, deviendra incomparablement plus petite que l'autre ne sera grande: à cette circonstance près, les dérivées d'ordre pair en t auront une forme analogue à (1), et s'étudieront de même, tandis que celles d'ordre impair, où il y aura un facteur de la forme $\psi^{(p+1)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)$, se discuteront en observant que l'intégrale

$$\int_{\alpha}^{\infty}\psi^{(p+1)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha = -\frac{1}{\alpha}\psi^{(p)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) + \int_{\alpha}^{\infty}\psi^{(p)}\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)\frac{d\alpha}{\alpha^2}$$

est évidemment finie pour $\alpha > 0$.

» Il reste à montrer que les conditions relatives à z et t infinis sont bien satisfaites, autrement dit, que toutes ces dérivées de φ, et la fonction φ elle-même, s'évanouissent quand on fait croître à l'infini z, $\pm x$ ou t. Et, en effet : 1° pour z très grand, la fonction f ou ses dérivées ont, dans les intégrales définies considérées, toutes leurs valeurs insensibles ; 2° si $\pm x$ est très grand, ces mêmes fonctions, sensibles seulement quand leurs deux variables reçoivent des valeurs modérées, n'atteindront, sous le signe $\int$, une grandeur appréciable que pour des valeurs de $\frac{\alpha^2}{2}$ ou de $\frac{t^2}{2\alpha^2}$ modérément éloignées de $\pm x$, et, par conséquent, pour des valeurs de α comprises toutes dans un intervalle qui s'annule quand $\pm x = \infty$, car il est d'autant plus étroit que $\pm x$ se trouve plus grand ; 3° enfin, quand t est très grand, la fonction ψ, ou la dérivée de ψ qui entre sous le signe $\int$ dans l'intégrale considérée, a sa variable très grande pour les valeurs de α qui rendent sensibles f ou les dérivées de f, et alors ces fonctions ψ, ψ', ψ'', ... changent de signe si peu que croisse α, de sorte que l'intégrale est une somme de termes très petits, alternativement positifs et négatifs, se décomposant en un nombre fini de groupes dans chacun desquels la valeur absolue des termes va en croissant ou en décroissant, groupes qui, par suite, respectivement comparables à une fraction seulement de leur plus grand terme, donnent un total insensible.

» Donc l'expression (1) de φ, avec la valeur (2) de $f(x, z)$, remplit bien toutes les conditions désirées. On en déduit, pour les surélévations h de la surface libre à l'époque t (vu que $h = -\varphi'_t$ pour $z = 0$),

$$(3)\qquad h = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}\int_0^\infty \left[\mathrm{F}\left(x - \frac{t^2}{2\alpha^2}\right) + \mathrm{F}\left(x + \frac{t^2}{2\alpha^2}\right)\right]\psi'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha.$$

» Si l'on observe que la fonction $\psi(\gamma)$, ou $\int_0^{\sqrt{\gamma}} \sin(\gamma - m^2)\,dm$, égale à

$$\sin\gamma \int_0^{\sqrt{\gamma}} \cos m^2\,dm - \cos\gamma \int_0^{\sqrt{\gamma}} \sin m^2\,dm = (\text{pour } \gamma \text{ tr. gr.}) \sqrt{\frac{\pi}{8}}(\sin\gamma - \cos\gamma),$$

comporte encore l'expression $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}}(\sin\gamma - \cos\gamma) + \int_0^\infty e^{-2m\sqrt{\gamma}} \cos m^2\,dm$ $\left(\text{car celle-ci donne, comme la première, } \psi(0) = 0, \psi'(0) = 0, \psi''(\gamma) + \psi(\gamma) = \frac{1}{2\sqrt{\gamma}}\right)$, et qu'il en résulte

$$\psi'(\gamma) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}}(\cos\gamma + \sin\gamma) - \int_0^\infty e^{-2m\sqrt{\gamma}} \sin m^2\,dm,$$

la relation (3) se réduira, pour les grandes valeurs positives de x, c'est-à-dire pour les points où $F\left(x + \frac{t^2}{2a^2}\right) = 0$, à la formule qu'a obtenue Cauchy (*Savants étrangers*, t. I, p. 186, form. *f*). On peut voir dans son Mémoire (p. 187 à 234) comment s'en déduisent simplement les lois des ondes dont il s'agit, et, en particulier, celles, que Poisson avait déjà données, du cas où le profil de la partie déformée de la surface est initialement un arc d'une parabole du second degré à axe vertical. Mais leur énoncé devient beaucoup plus intuitif, quand, mettant à profit la théorie de la *houle*, inconnue de Poisson et de Cauchy, on déduit de (1) et (2) que *les ondes finissent par être, sur des étendues et durant des temps modérés, de simples houles, telles, que tout observateur, parti de l'origine à l'époque* $t = 0$ *et animé le long du canal d'une vitesse constante, est sans cesse dépassé par des ondes, toutes de même longueur, d'une célérité double de la sienne, et qu'il voit se succéder à côté de lui avec des hauteurs décroissantes, inversement proportionnelles à* $\sqrt{t}$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la orme des surfaces polaires sur le potentiel explosif.* Note de M. J.-B. BAILLE, présentée par M. Cornu.

« Dans une première Communication, j'ai indiqué par quelle méthode je mesurais les potentiels correspondant à une distance explosive déterminée, entre deux plans, dans l'air et aux conditions normales. J'ai été amené, dans le courant de mon travail, à étudier l'influence que la courbure des extrémités polaires de l'excitateur exerce sur la valeur des potentiels. Je faisais jaillir l'étincelle entre deux corps de forme déterminée, respectivement en communication avec les deux pôles d'une machine électrique et je mesurais le potentiel en valeur absolue, au moment même de l'étincelle, ainsi que je l'ai indiqué.

» Un des conducteurs seul était isolé et relié au disque attirant de la balance. Il faut remarquer en effet que, lorsqu'une étincelle jaillit entre les deux pôles d'une machine, c'est-à-dire entre deux conducteurs isolés et chargés respectivement de quantités égales et de signes contraires, les potentiels de chacun de ceux-ci sont généralement différents, et varient en raison inverse de leurs capacités. Il est donc avantageux, pour n'avoir qu'une mesure à faire, de déterminer une étincelle entre un conducteur électrisé et un conducteur en communication avec la Terre, dont la capacité est regardée comme infinie.

» J'ai étudié deux formes particulières d'excitateurs, les cylindres concentriques, et les sphères de différents diamètres.

» I. Lorsque l'étincelle jaillit entre deux cylindres concentriques, le potentiel dépend non seulement de la longueur explosive, mais aussi des diamètres des cylindres extérieur et intérieur : il augmente avec ces diamètres.

» M. Gaugain, dans l'étude qu'il a faite des excitateurs cylindriques, avait énoncé la loi que la densité explosive est indépendante du cylindre extérieur. Cette loi ne se vérifie pas très régulièrement, mais elle peut donner une première approximation suffisante.

» Il faut du reste observer que la densité explosive sur les cylindres concentriques varie très peu, quels que soient les diamètres de ces cylindres.

» II. Pour les excitateurs sphériques, extérieurs l'un à l'autre, les mesures diverses que j'ai effectuées m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Pour une longueur explosive donnée, le potentiel est maximum, lorsque l'étincelle jaillit entre deux sphères de même diamètre.

» 2° Il s'éloigne d'autant plus du maximum que la différence des courbures des pôles est plus grande, et que le potentiel est plus élevé.

» 3° Je n'ai trouvé aucune différence bien nette entre les potentiels correspondant à la même distance explosive, selon que la sphère électrisée est la plus grande ou la plus petite.

» 4° Lorsque l'étincelle jaillit entre deux sphères égales, on peut trouver pour chaque longueur explosive un diamètre tel que le potentiel soit maximum; et ce diamètre de la sphère excitatrice, correspondant au maximum, est d'autant plus petit que l'étincelle est plus courte.

» Ainsi une étincelle de 1^{mm} exige un potentiel plus fort pour jaillir entre deux pointes qu'entre deux plans; c'est le contraire pour une étincelle de 10^{mm}.

» Les nombres suivants, extraits du Tableau qui représente les mesures que j'ai faites à ce sujet, indiquent bien ce dernier fait. Les maxima sont indiqués par des chiffres plus gros.

Distances explosives.	Plans.	Sphères de 6^{cm}.	de 1^{cm}.	de $0^{cm},35$.	de $0^{cm},1$.
0,1	14,670	14,783	15,250	16,042	16,103
0,2	25,510	25,586	26,784	**27,129**	21,910
0,3	35,352	36,124	**37,322**	36,287	24,124
0,4	45,089	45,667	**46,559**	41,420	26,303
0,5	54,467	**55,062**	54,659	49,210	29,997
1,0	105,494	**112,943**	83,046	59,491	36,238

» Les nombres contenus dans ce Tableau sont les potentiels correspondant aux distances explosives indiquées : ils sont exprimés en unités absolues du système C. G. S. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence de sarriette.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Wurtz.

« Cette essence a été retirée de la sarriette (*satureia montana* L.), petite plante qui croît aux environs de Grasse, dans les Alpes-Maritimes. Dans l'espoir d'y rencontrer un camphre, j'ai soumis cette essence à la distillation fractionnée; j'ai constaté qu'elle ne renferme pas trace de ce corps, mais qu'elle est composée d'un mélange d'hydrocarbures et de phénols.

» L'essence de sarriette est un liquide d'un jaune orange, pas très fluide, d'une odeur aromatique rappelant celle de l'essence d'origan. Elle a pour densité 0,7394 à 17°. Son pouvoir rotatoire, pour une longueur de 200^{mm}, est de $\alpha_D = -6°,5$ à la température de 17°.

» Agitée avec son poids d'une solution de soude caustique à 20 pour 100, son volume diminue. Si, après séparation de l'hydrocarbure insoluble, on acidule la solution alcaline, il se sépare un corps huileux, brunâtre, qui surnage. On décante cette huile, on lave la liqueur aqueuse à l'éther pour enlever les dernières portions du phénol, et on réunit cette solution éthérée au phénol séparé. Après avoir desséché la solution éthérée sur du chlorure de calcium, on chasse l'éther et on distille. Il passe peu de produit au-dessous de 230°. La presque totalité distille entre 230°-245°. Après plusieurs rectifications, on arrive à isoler une notable quantité d'un liquide qui bout entre 232°-233° (non corrigé).

» Ce liquide est incolore; il a une consistance un peu épaisse et possède une odeur phénolique. Ses vapeurs sont très irritantes. Sa densité à 17° est 0,972. Il est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et les alcalis. Sa solution alcoolique, traitée par le perchlorure de fer, prend une coloration verte qui passe au jaune. L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^{10}H^{14}O$, formule qui en fait un isomère du thymol. Ce composé n'est, en effet, autre chose que du carvacrol, identique avec celui que Schweitzer obtint par la transformation du carvol retiré de l'essence de cumin, identique aussi avec le β-thymol de Muller et Patt, avec l'oxycymol de MM. Kekulé et Fleischer, etc.

» Pour bien s'assurer de cette identité, on en a préparé un dérivé, l'acide carvacrolinique, déjà étudié par MM. Kekulé et Fleischer. Ce dérivé

s'obtient en faisant passer un courant d'acide carbonique sec dans le carvacrol, où l'on dissout en même temps du sodium. On isole et l'on purifie cet acide, en suivant le procédé indiqué par MM. Kolbe et Lautemann pour la préparation de l'acide thymotique, et on fait cristalliser dans l'eau bouillante. Les cristaux obtenus constituent un mélange de deux acides; l'un d'eux se présente sous la forme de cristaux arborescents ou de croûtes cristallines, fondant à 118°-120°; il est moins soluble que le second, qui cristallise en prismes réunis en faisceaux et fondant à 134°-135° (133°-184°, d'après Kekulé et Fleischer). La solution de chacun des deux acides donne une belle coloration bleue avec le perchlorure de fer.

» L'essence de sarriette renferme de 35 à 40 pour 100 de carvacrol.

» Indépendamment de ce phénol, elle paraît encore en contenir un autre qui distille au-dessus de 235°. La petite quantité d'essence dont on pouvait disposer n'a pas permis d'obtenir ce second phénol en quantité suffisante pour en faire l'étude.

» Quant aux carbures que cette essence renferme, ils distillent l'un à 172°-175°, et l'autre à 180-185°, et paraissent être des terpènes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcool diatomique dérivé du β-naphtol.* Note de M. G. **Rousseau**.

« En cherchant à étendre aux naphtols la réaction que MM. Reinier et Tiemann ont fait connaître en 1876, j'ai découvert un fait inattendu.

» Le β-naphtol, traité par le chloroforme en présence d'une lessive de soude caustique, m'a fourni, à côté d'une aldéhyde prévue par la théorie, un corps blanc, peu soluble dans les dissolvants, que j'ai réussi à caractériser comme pseudo-alcool diatomique.

» En n'employant qu'un faible excès d'alcali, je suis parvenu à élever considérablement le rendement et à obtenir jusqu'à 45 pour 100 du naphtol employé.

» Voici les conditions qui m'ont paru les plus avantageuses :

» On introduit, dans un grand ballon, muni d'un réfrigérant à reflux, 300gr de β-naphtol, 200gr de soude caustique et 4lit d'eau. On chauffe au bain-marie jusque vers 50°, puis on y fait couler peu à peu 300gr de chloroforme. Une vive réaction se déclare aussitôt. Le liquide, d'abord bleu indigo, se décolore progressivement, et une masse d'un blanc jaunâtre ne tarde pas à se former au sein de la liqueur. Au bout d'une heure, on ajoute de nouveau, par petites portions, 100gr de soude caustique en solu-

tion dans une petite quantité d'eau, et 100^{gr} de chloroforme. On chauffe encore une heure, en élevant la température du bain-marie jusque vers 60°; finalement on distille le chloroforme non décomposé. On essore le précipité à la trompe, on le lave à l'eau bouillante, puis on le reprend par l'alcool, qui dissout une résine brune, et enfin par la benzine ou l'éther, qui enlèvent encore quelques impuretés. On obtient ainsi une poudre blanche, cristalline, suffisamment pure pour la préparation de tous les dérivés.

» Ce corps fond vers 230°, en se décomposant. Il est peu soluble dans la benzine, le sulfure de carbone et l'acide acétique; un peu plus soluble dans l'éther et l'essence de pétrole.

» On ne parvient que difficilement à le séparer d'une matière résineuse qui l'accompagne; aussi les nombres suivants, fournis par l'analyse, sont-ils un peu trop forts pour le carbone.

	I.	II.	Calculé pour $C^{22}H^{14}O^{2}$.
C........	86,01	85,94	85,16
H........	4,65	4,60	4,51

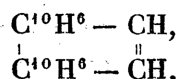
» Il est insoluble dans les alcalis en solution aqueuse ou alcoolique. Chauffé au bain-marie avec l'acide sulfurique, il s'y dissout en donnant une liqueur rouge-sang, présentant une magnifique fluorescence verte.

» Le brome, ajouté goutte à goutte à sa solution dans le sulfure de carbone, donne un précipité doré, formé avec élimination d'eau, et qui renferme 3^{at} de brome. L'acide iodhydrique le transforme à l'ébullition en un dérivé triiodé.

» L'acide bromhydrique et l'acide chlorhydrique donnent des éthers dichlorhydrique et dibromhydrique fort peu stables, auxquels l'alcool enlève facilement le brome ou le chlore, en les transformant en l'anhydride du glycol.

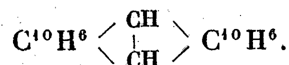
» La potasse fondante le transforme en une masse poisseuse, sans dégagement d'hydrogène, ce qui tient à ce que la substance noircit en se décomposant à une température inférieure à celle où l'alcali exerce sur les alcools son action oxydante. Le mélange chromique donne un corps blanc, non encore analysé, qui est probablement une acétone. L'acide nitrique donne plusieurs dérivés, parmi lesquels je signalerai un acide, dont le temps ne m'a pas encore permis de faire l'analyse. L'étude de ces divers produits d'oxydation permettra sans doute de déterminer, d'une façon certaine, la constitution du glycol, et de décider si le carbure fondamental qui lui correspond contient le groupe dinaphtyle, et offre par suite une sub-

stance analogue à celle du phénanthrène, pouvant se représenter par la formule



$$\begin{matrix} C^{10}H^6 - CH, \\ | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6 - CH, \end{matrix}$$

ou bien si les deux restes $C^{10}H^6$ sont reliés entre eux par 2[at] de carbone comme dans l'anthracène, ce qui conduirait à la formule de constitution



$$C^{10}H^6 \langle \begin{matrix} CH \\ | \\ CH \end{matrix} \rangle C^{10}H^6.$$

» Quoi qu'il en soit, le caractère diatomique de l'alcool obtenu ressort nettement de l'étude des éthers. Je ne décrirai ici que l'éther diacétique et l'anhydride.

» Pour obtenir le dérivé diacétylé, on fait bouillir l'alcool pendant une heure, au réfrigérant à reflux, avec huit ou dix fois son poids d'acide acétique anhydre. Peu soluble dans l'alcool, très soluble dans la benzine, il cristallise en fines aiguilles soyeuses, semblables à la tyrosine, fusibles à 192°,5.

» L'analyse m'a fourni les résultats suivants :

		Calculé pour $C^{26}H^{18}O^4$.
C..............	79,44	79,19
H..............	4,88	4,56

» J'ai essayé ensuite l'action du perchlorure de phosphore, dans l'espoir d'obtenir un dérivé dichloré. Mais, contrairement à mon attente, le perchlorure se comporte dans cette réaction comme un déshydratant, et je n'ai obtenu qu'un corps oxydé, possédant tous les caractères d'un véritable éther, et qui est à l'alcool primitif ce que l'oxyde d'éthylène est au glycol, ou mieux, ce que la benzopinacoline est à la benzopinacone. Cette vue se trouve confirmée encore par ce fait intéressant, que l'éther chlorhydrique et l'éther bromhydrique, mis à digérer quelques instants avec l'alcool bouillant, se transforment intégralement en cet anhydride.

» Il est peu soluble dans l'alcool, assez soluble dans la benzine. Il cristallise en aiguilles ambrées, réunies en touffes. Point de fusion, 198°,5.

» Il m'a donné à l'analyse :

	I.	II.	Théorie pour $C^{22}H^{12}O$.
C.............	89,75	89,66	90,41
H.............	5,10	4,87	4,11

» Le mode de formation de cet anhydride, rapproché de l'action du brome et de quelques-unes des transformations mentionnées plus haut, permet, dès à présent, de ranger le nouvel alcool à côté des pseudo-glycols, et notamment des pinacones. Cette analogie sera mise en évidence par la publication prochaine des résultats que je n'ai pu exposer dans une première Communication [1]. »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'acide phosphorique dans les terres arables du nord de la France.* Note de M. A. LADUREAU. (Extrait.)

« Depuis de longues années, on dit et l'on écrit que l'emploi de l'acide phosphorique ou des phosphates comme engrais, dans les terres du Nord, ne présente aucune utilité, que l'on ne voit pas la place où on l'a employé, que les récoltes ne s'en ressentent en aucune manière, que les divers sols du Nord en renferment de telles quantités qu'il est tout à fait inutile d'en ajouter encore.....

» Il y a, dans le nord de la France, un assez grand nombre de cultivateurs qui sont en même temps industriels et qui distillent, soit les betteraves, soit la mélasse des sucreries, soit le maïs; ne sachant que faire des résidus liquides de leur industrie, connus sous le nom de *vinasses*, ils les envoient dans leurs champs où ils les distribuent par irrigation. Ces vinasses renferment tout l'azote, les sels de potasse et les phosphates enlevés au sol par les betteraves; leur emploi, à larges doses, comme il est pratiqué dans le Nord surtout, permet d'obtenir, tous les deux ou trois ans, une belle récolte de betteraves. Or, c'est pour cette culture que l'on emploie uniquement les engrais dans toute la région betteravière: le blé, le seigle, l'avoine, les fourrages, cultivés après la betterave, se contentent de ce que celle-ci a laissé de matières fertilisantes dans le sol, car on ne leur rend pas de nouvel engrais. Cela pourrait aller ainsi longtemps, si ces récoltes n'enlevaient pas au sol des quantités considérables de phosphates, qui sont exportés du domaine sous forme de blé, seigle, avoine, etc. Qu'arrive-t-il donc, si le cultivateur qui emploie ce mode de fumure néglige d'y adjoindre une quantité de phosphates correspondante à celle que ses autres récoltes ont enlevée à sa terre? Que celle-ci s'appauvrit peu à peu, et finit par se dépouiller presque complètement, au moins dans les couches supérieures du sol, de sa provision de phosphates.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études, à la Sorbonne.

» C'est le fait que nous avons observé chez M. H..., cultivateur et distillateur à Honplin (Nord), qui, depuis une vingtaine d'années, cultivait alternativement la betterave et le blé, au moyen d'irrigations pratiquées tous les deux ans sur la même terre, avec les vinasses de sa distillerie et une très petite quantité de fumier. Bien que ses récoltes de betteraves fussent toujours satisfaisantes, ce cultivateur avait reconnu que le nombre d'hectolitres de blé qu'il récoltait à l'hectare diminuait progressivement; il observait, de plus, la grande facilité à verser des céréales qu'il cultivait. Ayant été consulté par lui sur cet état de choses, il ne me fut pas difficile de lui en expliquer la cause, l'analyse de son sol m'ayant démontré qu'il renfermait, en proportions très convenables, tous les éléments de fertilité, sauf l'acide phosphorique, qui avait complètement disparu de la couche supérieure, jusqu'à $0^m,35$ de profondeur.

» Voici cette analyse :

Humidité		16,45
Matières organiques, humus, sels volatils		2,78
Argile, sable, sels minéraux fixes		80,77
		100,00
Azote ammoniacal	0,012	0,099
» organique	0,065	
» nitrique	0,022	
Potasse		0,035
Chaux		0,370
Magnésie		0,151
Alumine et oxyde de fer		3,259
Soude		0,084
Chlore		0,091
Acide sulfurique		traces
» phosphorique		néant

» J'ai donc conseillé à M. H... d'employer immédiatement, sur toute sa culture, des quantités élevées de phosphates de chaux solubles et insolubles; depuis lors, le rendement en blé devient satisfaisant, et les moissons échappent généralement à la verse qui les atteignait chaque année.

» Il me paraît utile d'insister sur ce point, et d'engager tous les propriétaires ou cultivateurs, chez lesquels cet accident se produit habituellement, à essayer sur leurs terres l'emploi des phosphates et superphosphates. Il est permis d'espérer qu'ils arriveront ainsi à se débarrasser de ce fléau. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de quelques nouveaux genres de Mammifères fossiles, dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy.* Note de M. H. Filhol, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« J'ai obtenu dernièrement des dépôts de phosphate de chaux du Quercy divers ossements indiquant l'existence, durant la période éocène supérieure, de deux genres de Mammifères jusqu'ici inconnus.

» La première de ces formes animales appartenait au groupe des Moschidés, et elle doit être placée à côté des *Gelocus*. Sa formule dentaire inférieure était : inc. : 3; can. : 1; prém. : 3; mol. : 3. Elle était caractérisée par ses prémolaires inférieures comprimées, à bord postérieur parcouru dans toute son étendue par un sillon profond. Cette disposition s'observe sur la dernière prémolaire des *Gelocus*, mais elle ne se retrouve pas sur les dents précédentes. Le nombre des prémolaires est, d'autre part, de quatre dans ce dernier genre, alors qu'il n'est que de trois dans celui que je fais connaître. Les incisives inférieures étaient petites, alors que la canine qui leur faisait immédiatement suite était assez forte. En arrière de cette dent, l'on observe une barre remarquable par sa très grande étendue. Je proposerai de désigner le genre nouveau de Moschidé, découvert dans les gisements de phosphorite de Bach, sous le nom de *Bachitherium*. Cette forme comprend trois espèces, facilement reconnaissables par leurs proportions fort différentes.

» Le *Bachitherium insigne* était un animal d'assez grande taille, dont le maxillaire inférieur mesurait $0^m,160$ d'étendue. La barre avait $0^m,039$ de longueur. L'étendue de la série des prémolaires et des molaires était de $0^m,063$. La hauteur du corps du maxillaire était de $0^m,015$ au niveau du bord antérieur de la première prémolaire et de $0^m,034$ en arrière de la dernière molaire.

» Le *Bachitherium medium* possédait une taille de beaucoup inférieure à celle du précédent. Son maxillaire inférieur mesurait $0^m,100$ d'étendue. La barre était longue de $0^m,019$. La série des prémolaires et des molaires mesurait $0^m,045$. La hauteur du corps du maxillaire était de $0^m,088$ au niveau du bord antérieur de la première prémolaire, et de $0^m,019$ en arrière de la dernière molaire.

» Le *Bachitherium minus* était un tout petit Mammifère chez lequel la série des prémolaires et des molaires n'avait que $0^m,030$ de longueur, la

hauteur du corps du maxillaire étant de $0^m,006$ en avant de la première prémolaire, et de $0^m,011$ en arrière de la dernière dent en série.

» Le second genre de Mammifères que j'ai découvert m'est seulement connu par une portion de maxillaire supérieur portant toutes les molaires et les deux dernières prémolaires. Il était plus voisin des *Cainotherium* que de tout autre genre de Pachydermes fossiles. La première et la deuxième molaire étaient à cinq pointes, deux antérieures, trois postérieures. La dernière molaire, très réduite dans sa portion postérieure, ne supportait que quatre pointes, deux antérieures, deux postérieures. La pointe interne du deuxième lobe de la deuxième et de la première molaire était très détachée et se projetait en dedans, en constituant une sorte de promontoire. Cette particularité donne aux dents de l'animal que je fais connaître un aspect tout à fait spécial. Les quatrième et la troisième prémolaires rappellent assez les dents correspondantes des *Cainotherium*, seulement leur face externe est plane. En avant de la troisième prémolaire existait une barre. L'espace occupé par les cinq dents que je viens de décrire est de $0^m,0185$. Je proposerai de désigner ce genre nouveau de Pachyderme, trouvé dans les dépôts de phosphorite de Mouillac, par le nom de *Mouillacitherium*, et d'appeler la seule espèce que nous connaissons *Mouillacitherium parvulum*. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches anatomiques sur le* Spatangus purpureus. Note de M. R. **Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que la face dorsale de la deuxième courbure du tube digestif était très riche en vaisseaux, que la face ventrale n'en possédait relativement que très peu, et que les vaisseaux manquaient complètement sur la troisième courbure, sur le rectum et sur l'œsophage. A l'œil nu, on aperçoit déjà une différence entre les régions qui sont vascularisées et celles qui ne le sont pas, les premières présentant une coloration brun foncé qui tranche nettement sur la coloration plus pâle des dernières. Dans les régions vascularisées, la couche épithéliale est plus épaisse, et elle est composée de cellules plus grosses et plus longues que dans les régions dépourvues de vaisseaux. Cet épithélium n'est d'ailleurs pas formé d'une seule rangée de cellules, mais de plusieurs; les cellules les plus profondes sont très serrées les unes contre les autres, arrondies plus ou moins, très petites, tandis que les cellules superficielles sont très longues (au moins dix ou quinze fois plus longues

que larges). On trouve toutes les formes intermédiaires entre les deux extrêmes. La couche épithéliale est supportée par une membrane élastique très mince et continue. Le tissu conjonctif qui fait suite à cette membrane est formé de deux couches nettement divisées; la couche externe plus dense, d'une épaisseur constante, se distingue de suite par une réfringence particulière : elle semble homogène, mais l'action de certains réactifs, de l'alcool par exemple, y fait apparaître des fibrilles de tissu conjonctif légèrement ondulées et très fines; la couche interne est formée d'un tissu lâche, à mailles assez larges, renfermant de nombreux éléments cellulaires, et surtout des granulations de pigment jaune ou brun. C'est dans cette dernière couche que se ramifient les vaisseaux de l'intestin. Elle est plus épaisse dans les parties dépourvues de vaisseaux (excepté dans le rectum, où elle devient très mince); dans les régions vasculaires, elle est d'autant plus réduite que les vaisseaux qui s'y ramifient, étant très nombreux, l'occupent presque tout entière; elle ne forme plus que les interstices très étroits qui les séparent.

» Le tube digestif est pourvu de glandes dont l'existence n'a pas encore été signalée, et qui appartiennent à deux types différents. Le premier type comprend des cellules à mucus très nombreuses, assez grosses, de forme ovoïde, situées au milieu des cellules épithéliales. On les rencontre dans la deuxième courbure, et particulièrement dans les régions possédant des vaisseaux. Au deuxième type appartiennent des glandes proprement dites, multicellulaires, placées dans la couche la plus interne du tissu conjonctif, la couche lâche par conséquent; ces glandes, pyriformes, sont constituées par des cellules qui se dirigent en rayonnant du centre à la périphérie; chacune débouche séparément à la surface interne de l'intestin. Mais elles ne se trouvent que dans une région parfaitement limitée : entre l'extrémité de l'œsophage et le premier orifice du siphon.

» La bandelette nerveuse, qui entoure l'ouverture buccale et qui se continue dans les zones ambulacraires, est parfaitement distincte des vaisseaux sanguins qui lui sont accolés; elle n'est pas entourée par le vaisseau le plus externe, comme l'avait annoncé Teuscher dans son Mémoire sur les *Echinodermes*.

» Les rapports et la structure du *cœur* doivent le faire considérer comme un organe d'excrétion; comme disposition générale, il offre quelque analogie avec un ganglion lymphatique. L'organe est divisé, en effet, par des travées qui limitent, en s'entrecroisant, des vacuoles, des loges, contenant des éléments cellulaires de forme et d'apparence diverses, mais pouvant se

ramener à deux types : ce sont, ou bien des cellules régulières, à contours nets et à protoplasma assez réfringent, ou bien des cellules à protoplasma clair, peu abondant, à noyau granuleux, à contours très irréguliers et peu accentués ; on trouve souvent deux ou trois noyaux enveloppés dans la même masse protoplasmique. Il existe, de plus, d'assez nombreuses granulations de pigment brun ou jaune. On trouve, entre autres, des amas de petits noyaux de pigment jaune dont la réunion donne un corpuscule d'aspect framboisé, et cette disposition est assez fréquente. Les mêmes formes se retrouvent dans le liquide de la cavité générale.

» J'ai déjà montré qu'en injectant le canal du sable, l'injection remplissait ce prétendu cœur; mais, à sa sortie du cœur, l'injection suit deux conduits différents : elle peut sortir immédiatement et se répandre à l'extérieur à travers les pores de la plaque madréporique, ou bien, par un autre canal, elle va se perdre dans le tissu conjonctif qui recouvre les deux petites plaques calcaires fixées à la plaque madréporique, pour se répandre ensuite dans la cavité générale. Il résulterait de ce fait que le système circulatoire communique avec le liquide de la cavité générale ; cette communication, dont l'existence était supposée probable, n'avait du moins pas encore été constatée directement jusqu'ici. On pourrait peut-être aussi en tirer quelques considérations au sujet du rôle physiologique du *cœur*. Il est permis de supposer, en effet, que le sang, arrivant à l'organe par le canal du sable, y subit une modification ; qu'une certaine quantité du liquide, dès lors inutile pour l'organisme, est rejetée à l'extérieur, et que l'autre va se mêler au liquide de la cavité générale.

Je signalerai aussi deux particularités anatomiques de l'*Echinocardium flavescens*. Le vaisseau marginal interne et le siphon ont un trajet un peu plus long que chez le Spatangue ; ils se terminent au point où la deuxième courbure du tube digestif se réunit à la troisième. De plus, le rectum possède un petit diverticulum, sorte de réservoir stercoral, qui n'existe pas chez le Spatangue. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la discordance entre les variations respiratoires de la pression intracarotidienne et intrathoracique.* Deuxième Note de M. L. **Frédéricq**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Chez le chien, la pression artérielle, loin de baisser pendant l'inspiration, subit au contraire constamment une augmentation des plus marquées, sinon au début, au moins à la fin de l'inspiration. La pression artérielle

redescend pendant l'expiration. Il y a donc discordance entre les graphiques qui représentent les variations de pression artérielle et ceux qui correspondent aux variations du vide pleural (Einbrodt).

» Les facteurs qui font varier la pression artérielle pendant la première phase d'un mouvement respiratoire, pendant l'inspiration, peuvent se classer de la façon suivante :

» *Facteurs qui font baisser la pression pendant l'inspiration, facteurs négatifs.* — A, action mécanique de l'aspiration thoracique; B, période de Traube-Hering (portion descendante).

» *Facteur qui fait d'abord baisser puis monter la pression quand l'inspiration est de longue durée, qui la fait baisser quand elle est brève. Facteur* $\pm$. — C, changements dans la circulation thoracique, aspiration du sang veineux et perméabilité plus grande des vaisseaux pulmonaires. (Héger, de Jager.)

» *Facteurs qui font monter la pression pendant l'inspiration, positifs.* — D, compression de l'aorte abdominale et des viscères abdominaux par l'abaissement du diaphragme; F, accélération des pulsations cardiaques pendant l'inspiration.

» Chez le chien, la somme S de ces facteurs a une valeur positive, au moins à la fin de l'inspiration $-A - B \pm C + D + F = + S$. La pression monte.

» Si l'on supprime F (l'accélération du cœur) par l'atropine, la saignée ou la fièvre traumatique, la valeur de S' devient négative :

$$-A - B \pm C + D = - S'.$$

» La pression baisse pendant l'inspiration, à moins que les mouvements respiratoires ne soient fort lents; alors $-A - B - C + D = 0$.

» Après la section des pneumogastriques chez l'animal intact ou empoisonné par l'atropine, par la fièvre traumatique, etc., les valeurs de D et de C s'accroissent assez pour que $-A - B + C + D = + S''$; la discordance entre la pression thoracique et la pression carotidienne reparaît, malgré la suppression de F.

» Chez le lapin, les périodes de Traube-Hering sont absentes ou imperceptibles : la valeur de B est donc négligeable. Dans la plupart des cas, l'inégalité des battements du cœur est à peine marquée : $+ F$ devient $= 0$ ou $= F$. En outre, les mouvements respiratoires sont si rapides que le plus souvent l'accélération de la circulation thoracique, qui est le fait d'une inspiration, ne doit faire sentir ses effets vers le cœur gauche qu'à l'expira-

tion suivante, c'est-à-dire que C doit presque toujours avoir une valeur négative — C. L'équation devient alors $-A - C + D + f = -S$.

» Si D, la compression des viscères abdominaux, acquiert une valeur considérable, alors $-A - C + D = +S$ (Ch. Gauthier), c'est-à-dire que l'accord que présentent d'ordinaire, chez le lapin, les variations de pression artérielle et thoracique, peut faire place à la discordance signalée chez le chien si la respiration devient fortement abdominale.

» D'après Ludwig, chez le cheval, la pression carotidienne ne présente pas d'oscillations respiratoires appréciables; alors

$$-a - b + c + d + f = 0. \text{ »}$$

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'interprétation du poids de l'encéphale et ses applications.* Note de M. L. **Manouvrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« On sait que toutes les tentatives faites pour isoler les diverses influences physiologiques qui agissent sur le poids de l'encéphale sont restées infructueuses. Le rapport du poids cérébral, soit à la taille, soit au poids du corps, n'a pas donné de résultats satisfaisants. Par le poids relatif aussi bien que par le poids absolu de son encéphale, l'homme, par exemple, est inférieur à un certain nombre de mammifères et d'oiseaux. Mais on est arrivé à trouver une loi dans cette difficulté, qui constitue comme le nœud gordien de la question. On a reconnu d'abord que, en général, les grandes espèces l'emportent sur les petites par le poids absolu de l'encéphale, tandis que les petites l'emportent sur les grandes par le poids relatif. On a constaté aussi que le poids du cerveau diminue relativement à la taille depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte. Enfin, j'ai pu constater, en 1878, et Bischoff a également montré que, dans l'espèce humaine, le poids relatif de l'encéphale augmente en raison inverse, tandis que le poids absolu croît en raison directe de la masse du corps. On peut donc poser en fait général que *l'accroissement de la masse du corps est une cause d'accroissement du poids cérébral absolu et de diminution du poids cérébral relatif.* C'est cette cause qu'il s'agit d'expliquer.

» Or il n'est pas besoin, pour cela, d'invoquer aucun fait qui ne soit déjà connu. Il suffit de s'appuyer sur ce fait incontestable, que le développement des facultés dites intellectuelles n'est pas proportionnel à celui du corps. En effet, désignons par M l'ensemble des parties du corps qui font

varier le poids de l'encéphale, par m l'ensemble des parties *quelconques* de l'encéphale qui varient proportionnellement à M, et par i l'ensemble des parties *quelconques* de l'encéphale dont le développement est en rapport avec les facultés intellectuelles et indépendant de M. Soient, maintenant, deux individus ou groupes très inégaux quant à M, mais égaux ou simplement moins inégaux quant à i. Le rapport du poids de l'encéphale $m + i$ à M sera évidemment plus élevé chez l'individu ou le groupe dont m et M sont plus petits, car l'addition d'une même quantité i à deux poids inégaux augmente relativement davantage le plus petit de ces deux poids. Si, par exemple, aux numérateurs des rapports égaux $\frac{10}{100}$ et $\frac{5}{50}$, on ajoute la même quantité 20, ces rapports deviennent $\frac{30}{100}$ et $\frac{25}{50} = \frac{3}{10}$ et $\frac{5}{10}$, et le second de ces rapports devient plus grand que le premier.

» La difficulté si ancienne qui entravait l'interprétation du poids cérébral se trouve donc résolue par une simple considération mathématique et sans l'intervention d'aucune hypothèse. L'influence de la masse du corps sur le poids relatif de l'encéphale se trouve expliquée de la façon la plus naturelle, et les faits contradictoires invoqués contre la signification physiologique du poids de l'encéphale ne font que rendre plus évidente cette signification. Il devient donc possible de pousser plus avant l'analyse du poids cérébral. C'est à quoi j'ai consacré de longues recherches, dont je me borne aujourd'hui à indiquer, d'une façon très générale, la nature et quelques résultats.

» L'explication précédente montre que l'impossibilité de ranger hiérarchiquement les espèces et les individus d'après le poids de l'encéphale ne provenait pas de l'imperfection du *terme de comparaison choisi entre l'encéphale et la masse du corps*, ainsi que le croyaient plusieurs auteurs. Mais le choix d'un terme convenable ayant une importance capitale, j'ai trouvé *dans le squelette* un terme indemne des défauts que l'on peut reprocher à la taille et au poids du corps.

» Une fois en possession d'un terme de comparaison qui représente assez exactement M, il devient possible, en vertu de l'interprétation précédente, de déterminer approximativement la valeur de m et de i. En effet, étant donnés deux individus ou groupes d'intelligence égale, mais de masse inégale, la différence de leur poids cérébral ne peut être attribuée qu'à leur différence de masse. Dès lors, un simple calcul de proportions suffit pour déterminer la quantité d'encéphale m qui correspond à la masse totale M et, par suite, la quantité i superflue en quelque sorte pour M. *C'est cette quantité i seulement qui doit servir à classer hiérarchiquement les*

espèces et les individus comme on avait essayé de le faire au moyen du poids total absolu et du poids relatif de l'encéphale. De cette manière, l'homme se trouve placé bien au-dessus de tous les animaux sans exception. Dans l'espèce humaine, les diverses races, les géants, les nains, etc., se trouvent remis à leur place véritable, et beaucoup de cas qui semblaient anormaux rentrent dans la règle. En ce qui concerne les sexes, la femme se trouve au même rang que l'homme, place qui lui était contestée, d'une façon d'ailleurs peu scientifique, en vertu de l'infériorité du poids cérébral absolu.

» De plus, mes recherches m'ont démontré : 1° que *l'évaluation de m et de i doit être faite pour chaque espèce* séparément, autant que possible, car, chez des animaux de types différents, une même masse de corps peut correspondre à des quantités d'encéphale différentes; 2° que *le rapport* $\frac{m}{M}$ *varie dans chaque type*. Ce rapport peut servir à exprimer le perfectionnement de la motilité et de la sensibilité, de même que la quantité *i* peut servir à apprécier le degré de perfectionnement des conditions anatomiques de l'intelligence. Par ce rapport, aussi bien que par *i*, l'homme est supérieur aux autres vertébrés : il possède pour chaque unité de M une plus grande quantité d'encéphale.

» L'interprétation du poids de l'encéphale, telle que je l'ai exposée, *permet de rattacher la forme du cerveau au poids et au volume, et montre qu'en réalité les questions de quantité dominent les questions de forme,* à la condition que la quantité soit analysée. En outre, les questions de quantité présentent l'immense avantage d'être accessibles à l'Analyse mathématique et à l'expression numérique. Je ne fais qu'indiquer ces divers points, qui feront l'objet de Communications ultérieures.

» *Les quantités m et i sont elles-mêmes très complexes,* mais leur évaluation en bloc et la connaissance de leurs rapports numériques, soit entre elles, soit avec M, facilite beaucoup leur analyse, la recherche de leur nature, de leur rôle et de leur siège, c'est-à-dire l'*analyse anatomique et physiologique de l'encéphale*. L'interprétation précédente ouvre donc la voie à de nombreuses recherches sur l'anatomie et la physiologie cérébrales; elle permet en même temps de rendre plus méthodiques toutes les recherches de ce genre, ainsi que je le montrerai. Je montrerai également qu'elle peut rendre de grands services à la craniologie, et qu'elle peut servir à éclairer d'importantes questions anthropologiques et psychologiques. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance géologique du Japon.* Note de M. METCHNIKOFF, présentée par M. Fouqué.

« L'archipel du Soleil Levant ou du Nippon n'est pas aussi exclusivement volcanique que l'avaient supposé les premiers explorateurs européens de ces lointains parages. Les schistes dominent dans les trois grandes îles : *Tsiudo* ou le *Naïtsi*, c'est-à-dire l'île principale, appelée improprement *Nippon* par nos géographes, le *Kiusiu* et le *Sikok*. On ne saurait se prononcer quant à l'île septentrionale de *Yeso* ou de *Hokkaïdo*, avant que les géologues indigènes et étrangers, qui l'explorent actuellement sous la direction de M. Benjamin Lymann, aient considérablement élargi le champ de leurs opérations. Les grès n'occupent qu'une place secondaire parmi les terrains sédimentaires japonais.

» L'âge des schistes du Japon n'a pas encore été étudié avec précision. Les terrains jurassiques sont rares dans l'archipel, et l'on n'en a constaté l'existence que sur les bords de la mer du Japon, au pied du versant nord du *Siro-yama* ou *Hakou-san* (ces deux noms sont synonymes et signifient *le mont Blanc* en japonais ou en sinico-japonais). Les schistes du Naïtsi et de Kiusiu contiennent de nombreux gisements houillers; cependant, à l'exception de Yeso, les houillères du Kiusiu nord occidental et de quelques îlots près de Nagasaki fournissent seules des combustibles riches en carbone. Les gisements exploités sont nombreux dans l'île principale; mais ils semblent confirmer l'hypothèse de Raphaël Pumpelly, que les anciens terrains carbonifères sont rares dans l'archipel japonais.

» Les schistes du Japon forment des rangées de montagnes dont l'altitude moyenne est peu considérable, surtout dans la partie occidentale de l'archipel, et dont les points culminants ne dépassent guère 500^m à 600^m. R. Pumpelly et F. de Richthofen croient avoir retrouvé dans ces chaînes les directions du sud-ouest au nord-est et du sud-sud-ouest au nord-nord-est, qui sont caractéristiques de ce que l'on a appelé le *système sinique*. La première de ces directions est facile à constater pour la partie occidentale de la grande île, où les monts schisteux se réunissent en une chaîne unique, qui sert de limite entre les anciennes circonscriptions de *Sanyin-do* et de *Sanyo-do*. Quant aux collines pittoresques du nord-ouest de l'île de Kiusiu, elles semblent défier tous les systèmes orographiques, et l'île de Sikok n'a pas encore été étudiée suffisamment, au point de vue de l'orographie et de l'hypsométrie. Elle est recouverte, sur toute son étendue, de massifs

montagneux dont quelques sommets isolés atteignent une altitude de 1000^m et qui ne sont séparés que par l'étroite vallée du *Yosino-gava*.

» Les roches cristallines forment dans Kiusiu une chaîne unique, qui parcourt l'île dans le sens de sa plus grande étendue, du nord au sud, et que les Japonais appellent l'*épine dorsale de Kiusiu;* mais, dans sa partie méridionale, cette chaîne est marquée par des superpositions de laves récentes. Tous les sommets principaux qui se suivent du sud au nord sur la ligne médiane de cette île : le *Kaïmon* (cap Horner de nos Cartes marines), le *Komates*, le double massif du *Kirisima* avec son cratère de *Takatsiho;* l'*Aso-yoma*, avec son voisin du sud-est, le *Sobaga-také*, sont incontestablement des cônes volcaniques, d'une altitude maximum de 1500^m à 1600^m, reposant sur des assises de roches métamorphiques, tandis que le caractère volcanique de *Hiko-san*, qui termine cette chaîne au nord, semble sujet à caution.

Au centre de l'île principale, on signale également un massif de roches volcaniques, dont la limite occidentale peut être fixée aux mines d'argent d'Ikouno, tandis qu'à l'est il est bordé de roches paléozoïques qui vont se confondre avec les alluvions de la vaste plaine de Simosa-Mouzasi. Au sud du lac Biva, ce grand massif nous présente la considérable élévation du mont *Oho-miné*, appelé aussi *Yama-ouyé-ga-také* (près de 1800^m), dont E. Knipping a fait l'ascension, et où il n'a trouvé aucune trace de roches volcaniques. Ce sommet semble représenter le point culminant des roches cristallines au Japon. Le mont *Kinban-san,* au nord de Yédo, qui se rattache à ce même massif et qui produit les plus célèbres *souï-sio* (cristaux de roches, topazes, etc.) de l'Empire, est inférieur de quelques cents mètres à l'*Oho-miné*. Les trois montagnes du Japon qui atteignent ou qui dépassent l'altitude de 3000 mètres : le *Fouzi-san*, le *Yari-ga-také* et le *Mi-také* ou l'*Ou-také* sont des volcans reposant sur des assises de granites et de roches métamorphiques. On peut en dire autant du *Siro-yama* ou du mont Blanc japonais, volcan éteint depuis quatre siècles, et qui porte aujourd'hui sur son double sommet les uniques glaciers du Naïtsi ou de la grande île du Japon. Les cônes volcaniques sont nombreux, surtout dans les parties nord et est de ce massif, et tous n'ont pas encore épuisé leur activité éruptive. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JANVIER 1882.

Annuaire pour l'an 1882, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-18.

Sur l'influence du sol sur la composition des cendres des végétaux; par M. DELESSE. Paris, J. Tremblay, 1881; opuscule in-8°.

Recherches sur les eaux de la Savoie; par M. DELESSE. Paris, Dunod, 1881; opuscule in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1882; in-32.

Traité théorique et pratique de la régulation et de la compensation des compas avec ou sans relèvement; par A. COLLET. Paris, Challamel aîné, 1882, in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction de M. le Dr JACCOUD, t. XXXI, REI-ROT. Paris, J-B. Baillière, 1882; in-8°.

Chemin de fer sur la Manche. Résumé et Notes complémentaires à M. le Président de la République; par VÉRARD DE SAINTE-ANNE. Paris, 1881; in-4°.

Instruction sur les mesures de précaution à prendre, et sur les soins à donner aux ouvriers lorsque les travaux s'exécutent dans les terrains marécageux ou dans les alluvions maritimes de formation récente; par M. LÉON COLIN. Paris, G. Masson, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Sur la nature de l'acier le plus convenable pour les rails; par M. L. GRÜNER. Paris, Dunod, 1881; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1881, n° 1. Moscou, A. Lang, 1881; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. XXVII, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1881; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. VIIe série, t. XXIX, n° 2. Saint-Pétersbourg, 1881; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'onde explosive*; par M. **Berthelot**.

« Les expériences sur la propagation des phénomènes explosifs dans les gaz, communiquées à l'Académie dans sa dernière séance au nom de M. Vieille et au mien, révèlent l'existence d'un nouveau genre de mouvement ondulatoire, d'ordre mixte, c'est-à-dire produit en vertu d'une certaine concordance des impulsions physiques et des impulsions chimiques, au sein d'une matière qui se transforme. En un mot, il ne s'agit plus ici d'une onde sonore, transmise de proche en proche, avec une vitesse déterminée par la seule constitution physique du milieu vibrant, vitesse qui est la même pour toute espèce de vibrations. C'est au contraire le changement de constitution chimique qui se propage dans l'onde explosive. Aussi la vitesse de l'onde explosive est-elle tout à fait différente de celle des ondes sonores transmises dans le même milieu. Nous avons observé, par exemple, avec le mélange oxyhydrique une vitesse de 2841^m; tandis que celle de l'onde sonore est seulement de 514^m (à 0°); avec le mélange oxycarbonique : 1089^m, au lieu de 328^m pour ce mélange même, et 264^m pour l'acide carbonique résultant de sa transformation.

» Résumons les propriétés qui définissent cette onde nouvelle.

» 1° Son premier caractère, c'est de se propager uniformément, comme le montrent les expériences faites avec les mélanges oxyhydriques et les mélanges oxycarboniques, expériences exécutées successivement dans les tubes de plomb, de caoutchouc et de verre, sous des longueurs qui ont varié de 40^m à 30^m et à 20^m.

» Il est probable qu'au voisinage des extrémités il se produit des perturbations; cependant les expériences faites avec les tubes soit fermés, soit ouverts d'un seul côté, soit ouverts aux deux bouts, ont donné la même vitesse; et celle-ci est demeurée encore la même pour une longueur donnée, que l'interrupteur fût placé soit dans la région centrale, soit à l'extrémité.

» 2° La vitesse de l'onde explosive dépend essentiellement de la nature du mélange explosif, et non de la matière du tube qui le contient (plomb, caoutchouc).

» 3° L'influence du diamètre du tube sur la vitesse de l'onde est manifeste dans un tube capillaire. Cependant la diminution, même dans ce cas extrême (2390^m au lieu de 2840^m), n'est pas excessive, et il est probable que la vitesse deviendrait de moins en moins dépendante du diamètre, à mesure que l'accroissement de celui-ci laisserait plus de liberté aux mouvements propres des particules gazeuses et diminuerait les frottements.

» Ces conclusions sont conformes à celles de M. Regnault sur la vitesse du son dans les tubes (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXVII, p. 456).

» 4° La vitesse de l'onde explosive est indépendante de la pression; celle-ci ayant varié, dans les expériences, entre des limites comprises de 1 à 3, toujours au voisinage de la pression atmosphérique. C'est là une propriété fondamentale, car elle établit que la vitesse de propagation de l'onde explosive est régie par les mêmes lois générales que la vitesse du son.

» 5° La relation théorique qui doit exister entre la vitesse de l'onde explosive et la nature chimique du gaz qui la transmet est difficile à établir, cette vitesse dépendant des températures, et celles-ci n'étant pas les mêmes dans la combustion de deux systèmes différents.

» En effet, l'inégalité des températures résulte à la fois de la grandeur inégale des quantités de chaleur (68200 pour $C^2O^2 + O^2$, 59000 pour $H^2 + O^2$, en supposant l'eau gazeuse) et des incertitudes qui règnent sur la valeur des chaleurs spécifiques aux hautes températures et sur la dissociation.

Cependant on peut entrevoir la relation théorique qui règle la vitesse de l'onde explosive, si l'on remarque que l'énergie totale du gaz, au moment

de l'explosion, dépend de sa température initiale et de la chaleur dégagée pendant la combinaison même : ces deux données déterminent la température absolue du système, laquelle est d'ailleurs proportionnelle à la force vive ($\frac{1}{2}mv^2$) de translation des molécules gazeuses. Il en résulte que la vitesse même de translation est proportionnelle à la racine carrée du rapport entre la température absolue, T, et la densité du gaz rapportée à l'air, δ; soit, d'après Clausius,

$$v = 29^{\text{m}},354\sqrt{\frac{T}{\rho}}.$$

Or, je vais montrer qne cette vitesse théorique de translation des molécules gazeuses, à la température de l'explosion, est fort voisine de la vitesse de propagation de l'onde explosive, constatée par expérience, si elle ne lui est identique.

En effet, en admettant pour T, qui ne peut être calculé *a priori*, la valeur de 3000°, acceptée par la plupart des physiciens et des chimistes qui se sont occupés de la question, la vitesse de translation des molécules gazeuses à la température développée par la combustion serait voisine de 1300^{m} par seconde pour l'acide carbonique ; elle atteindrait 2000 à 2500^{m} pour le gaz oxyhydrique, suivant que l'on suppose la vapeur d'eau plus ou moins dissociée. Or ces chiffres sont précisément de l'ordre de grandeur des vitesses que nous avons observées plus haut pour l'onde explosive. On arrive à un résultat analogue, en faisant un calcul pareil pour les divers mélanges d'air et de gaz tonnant sur lesquels nous avons opéré, et dans lesquels la vitesse tombe à moitié de celle du gaz tonnant pur.

» Ainsi, il semble que dans l'acte de l'explosion un certain nombre de molécules gazeuses, parmi celles qui forment la tranche enflammée tout d'abord, soient lancées en avant avec toute la vitesse correspondant à la température maxima développée par la combinaison chimique : leur choc détermine la propagation de celle-ci dans la tranche voisine, et le mouvement se reproduit de tranche en tranche, avec une vitesse sinon identique, du moins comparable à celle des molécules elles-mêmes.

» La transmission de la force vive dans ces conditions d'action extrêmement rapide s'opère peut-être plus aisément entre molécules gazeuses de même nature, en vertu d'une sorte d'unisson qui coordonne des mouvements similaires, qu'entre les molécules du gaz et la paroi environnante.

» Les choses peuvent se passer autrement dans les cas où le système en ignition a le temps de perdre une partie de sa chaleur, communiquée à des gaz étrangers ou à des corps voisins, non susceptibles d'éprouver la

même transformation chimique. Telle est sans doute la cause de la différence qui existe entre une inflammation ordinaire, se propageant de proche en proche, en quelque sorte en vertu d'un minimum de force vive, et une détonation proprement dite. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année* 1881, *en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges* (¹); par M. G.-A. HIRN.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des observations qui se font en quatre localités du Haut-Rhin et des Vosges. Ces localités sont :

» 1° Thann : altitude 350^m; entrée au Sud-Est; la direction moyenne fait un angle d'environ 45° avec la méridienne et de 74° avec l'axe de la chaîne des Vosges. Observateur : M. Albert Scheurer; instruments d'observation : baromètre Fortin, thermomètres à maxima et minima, hygromètre à cheveux multiples, pluviomètre, évaporomètre.

» 2° Munster : altitude 388^m; entrée au Nord-Nord-Est; la direction moyenne fait un angle d'environ 60° avec la méridienne et de 30° avec l'axe de la chaîne des Vosges. Observateur : M. O. Hallauer; instruments : baromètre Fortin, thermomètres à maxima et minima; pluviomètre.

» 3° Col de la Schlucht, passage des Vosges de Munster à Gérardmer; altitude 1154^m, hauteur au-dessus du sol de Colmar 959^m. Les instruments, naturellement peu nombreux ici, sont un pluviomètre, des thermomètres à maxima et à minima, un baromètre. J'avais établi, dès 1868, cette station si intéressante, et elle avait fonctionné régulièrement jusqu'en 1870, sous les bons soins de M. Mohr; mais, pendant le funeste hiver de 1870-1871, les instruments ont été brisés ou dispersés. J'ai réorganisé ce poste, en novembre 1880, dans le chalet que MM. Hartmann ont bien voulu mettre à ma disposition, et c'est M. Defranoux, préposé à la garde de ce chalet, qui fait les notations avec autant de précision que de zèle. Je ne puis que le remercier pour la ponctualité avec laquelle il s'acquitte de ses fonctions.

» 4° L'observatoire central, d'abord placé dans mon ancienne résidence du Logelbach, se trouve, depuis novembre 1880, transféré au sud de Colmar, en dehors de la ville; il est entièrement libre du côté du Sud, très

(¹) Ce résumé est fait d'après les Tableaux des observations journalières relevées aux quatre stations. J'ai remis une copie de ces Tableaux à M. Mascart et une autre à M. Marié-Davy.

éloigné de tout bâtiment vers le Nord; à l'Est et à l'Ouest il se trouve à 20^m environ de maisons d'habitation isolées. Les observations se font trois fois par jour : entre 6^h et 7^h du matin, à midi et entre 6^h et 7^h du soir, tandis que celles des trois postes précédents se font toutes à midi seulement.

» J'indique d'abord le résumé des observations spéciales à ce dernier poste.

» *Actinomètre.* — Placé à 11^m au-dessus du sol.

» Le thermomètre à boule réfléchissante de l'actinomètre ayant été brisé par un grêlon, je n'ai pas cru devoir le remplacer; les différences indiquées sur le Tableau suivant sont celles que donne le thermomètre à boule noircie et un thermomètre placé à la même hauteur à l'ombre. Sauf erreur de ma part, je pense que cette manière d'observer est plus significative que celle qui est généralement employée.

		Durée moyenne des observations.	$t_1 - t_0$. Maxima.
Janvier	21,5	15	27,6
Février	21,4	7	23,8
Mars	22,6	15	24,9
Avril	21	16	24,8
Mai	23	16	27,3
Juin	21	16	24,9
Juillet	20,3	21	24,7
Août	21	15	26
Septembre	21,8	9	24,8
Octobre	22,5	6	23,8
Novembre	19,5	9	22,6
Décembre	19,6	5	21

» *Directions et vitesses du vent.* — La direction et la vitesse du vent ne sont notées ni à Munster ni à Thann, parce qu'elles sont *faussées* par la disposition des deux vallées, dans lesquelles il ne règne, en quelque sorte, que deux vents de directions précisément opposées. Au col de la Schlucht, où ce genre d'observations eût été fort intéressant, il était impossible d'établir un anémomètre enregistreur en un point convenable. Je n'ai pu encore vérifier les indications de cet instrument ici, et j'ai dû accepter ses notations comme M. Salleron me les a garanties. J'ai lieu de croire que celles-ci sont tout au moins très approximatives. Nos vents les plus violents ne dépassent guère 18^m à 20^m à la seconde d'après l'anémomètre. Ce résultat est confirmé par une remarque que j'ai pu faire depuis de nombreuses années. La direction du chemin de fer de Bâle à Strasbourg est (à peu près) celle de nos vents de tempête S.-S.-O. Par les plus violents coups

de vent, je n'ai jamais vu la fumée de la locomotive des trains express allant de Mulhouse à Strasbourg devancer le train. Or, la vitesse de ces trains s'élève très rarement à 20m.

	Vents dominants.	Vitesse moyenne.	Vitesse maxima.	Nombre de jours où le vent a été notable.
		m	m	
Janvier	N.-N.-O.	4,0	9	6
	S.-S.-O.	4,5	14	5
Février	S.-S.-O.	6,0	17	4
Mars	S.-S.-O.	5,5	16	7
Avril	N.-N.-E.	2,5	10	11
Mai	N.-N.-E.	4,5	9	5
	S.-O.-O.	3,0	12	5
Juin	S.-O.	1,0	9	4
	N.-O.-O.	2,5	8	6
Juillet	S.-O.-O.	4,0	18	11
Août	S.-O.-O.	4,0	15	13
Septembre	S.-O.	3,5	12	6
Octobre	N.-N.-E.	4,0	9	13
Novembre	S.-O.	5,0	18	8
Décembre	S.-O.-O.	8,0	20	4

» Voici le Tableau résumé des relevés faits simultanément aux quatre stations :

	TEMPÉRATURE. MINIMA.				TEMPÉRATURE. MAXIMA.				PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.				EAU TOMBÉE. (Hauteur en millimètres.)			
	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.
Janvier	−8,8	−6,7	−6,4	"	−4,0	0,9	−1,2	"	658,7	724,9	742,09	"	58,9	54,6	25,0	"
Février	−2,5	−1,4	0,3	"	2,7	5,8	7,0	"	660,9	727,7	742,17	"	82,9	53,3	29,0	"
Mars	−2,4	1,2	2,6	"	4,6	10,2	13,8	"	662,5	729,5	744,15	"	186,6	46,6	15,0	"
Avril	0,1	2,7	4,8	"	7,4	11,7	14,6	"	661,9	728,2	742,08	"	124,7	83,1	63,9	"
Mai	3,6	5,6	8,3	"	11,9	17,2	19,9	"	666,1	732,4	746,52	"	90,2	45,4	64,1	"
Juin	6,8	9,5	11,9	"	16,2	20,8	24,1	"	665,0	730,0	744,42	"	89,9	53,7	68,0	"
Juillet	10,6	12,0	14,7	10,5	21,0	26,8	30,1	27,5	669,7	732,0	746,22	733,5	73,2	69,6	42,7	48,3
Août	8,4	11,7	13,8	12,5	15,7	22,2	25,3	23,5	666,7	729,7	743,80	730,5	198,2	91,3	78,4	131,5
Septembre	5,0	8,0	9,9	4,5	10,8	16,5	19,2	15,0	666,5	730,3	744,83	735,4	167,0	69,3	68,8	89,5
Octobre	−1,2	1,4	3,1	2,6	2,8	8,7	10,6	10,0	661,6	728,0	743,88	732,0	106,8	46,6	46,4	84,0
Novembre	1,3	2,7	3,3	3,0	6,3	11,4	13,4	11,9	667,8	734,1	749,57	741,4	73,8	21,0	8,5	41,0
Décembre	−3,7	−2,4	−0,8	"	0,0	3,9	3,7	"	664,3	730,8	748,12	"	63,6	29,5	11,2	"
Moyennes et sommes	1,43	3,7	5,46	"	7,25	13,01	15,04	"	664,3	729,93	744,81	"	1310,8	664,0	521,0	"

» La différence de hauteur entre la Schlucht et la station de Colmar, 959^{m}, a été déterminée par deux observations faites à trois mois d'intervalle, par des jours très calmes, avec deux Fortin notés simultanément. Il s'en faut de beaucoup, comme on peut s'en assurer, que les baromètres marchent de front dans les deux stations; les différences entre eux oscillent même assez fortement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Les observations spectroscopiques à la lumière monochromatique.* Note de M. **Ch.-V. Zenger** (Extrait).

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus)

« J'ai montré la puissance de dispersion que présente la réunion en parallélépipède, de deux prismes ayant des indices très différents pour les lumières rouge et violette et des indices égaux pour la lumière de réfrangibilité moyenne.

» On voit aisément que le grand nombre de liquides qui jouissent de cette propriété par rapport au quartz ou aux différentes espèces de crown fournissent amplement les moyens d'effectuer des observations, pour ainsi dire avec une lumière de réfrangibilité quelconque, en faisant usage de la réfraction totale, qui fait disparaître par exemple les rayons violets jusqu'à la raie C, tandis que la dispersion énorme à la limite élimine du champ visuel de la lunette du spectroscope, par exemple, tout ce qui est voisin de la raie B. C'est ainsi qu'on obtient, dans le champ, exclusivement la lumière voisine de la raie C, c'est-à-dire qu'on observe dans la lumière rouge appartenant à l'hydrogène. De même, on peut observer à la lumière monochromatique de l'hydrogène appartenant aux raies f, g ou h.

» En recherchant les liquides qui réunissent le mieux les propriétés de fournir à la fois une dispersion assez puissante, une transparence parfaite et la réflexion totale de la partie rouge ou violette, j'ai trouvé que la benzine et le benzylène, combinés avec le quartz, éliminent la lumière extrême rouge sous un angle de 75° environ, tandis que l'anéthol pur, pour un angle réfringent de 75°, élimine la lumière violette extrême.

» On peut, dès lors, faire usage du même parallélépipède, formé de

prismes ayant un angle réfringent de 75°, en se servant de benzine ou de benzylène dans le prisme liquide, ou bien d'anéthol (¹).

» ... C'est la manière la plus avantageuse pour observer, avec une fente largement ouverte, rectiligne ou circulaire, les protubérances ou les taches solaires, ou les couleurs renversées de la chromosphère, près du bord solaire.

» Je serais heureux que la Commission du passage de Vénus voulût bien en faire l'épreuve sur un passage artificiel, pour constater la précision extrême et la netteté des images ainsi obtenues sous une dispersion énorme, et même sous les grossissements les plus exagérés.

» D'ailleurs, on pourrait préciser, en temps utile, les différences, s'il y en a, entre les instants du contact observés à la lumière rouge ou à la lumière violette; déterminer enfin la différence entre le moment de contact observé avec la lunette, sans l'aide du spectroscope ou avec celui-ci.

» Les avantages qu'on doit y trouver sont, à mon avis, les suivants :

» 1° L'irradiation sera détruite ou réduite au minimum par la dispersion très puissante et par l'usage de la lumière extrême rouge ou violette;

» 2° La netteté extraordinaire des images spectroscopiques permettra des grossissements plus forts qu'auparavant;

» 3° La lumière réellement monochromatique du champ visuel doit faire disparaître la confusion produite par les bandes d'interférence, dues à la lumière qui rase le bord et qui pénètre dans l'atmosphère de Vénus; dès lors, l'apparition de raies rouges et noires pourra fournir le moment réel du contact, tandis que, avec les bandes observées dans la lumière blanche, il se produit une succession rapide de spectres d'interférence dus à la lumière intense qui pénètre dans l'atmosphère de Vénus et à celle qui est réfléchie par le bord de la planète. La dispersion puissante diminuera l'intensité des rayons réfléchis, de manière à les faire disparaître à côté de la lumière directe du Soleil passant dans l'atmosphère et très près de celle-ci.

» Enfin, on peut espérer obtenir des photographies beaucoup plus nettes à la lumière monochromatique, avec le parallélépipède, qu'avec tout autre espèce de spectroscope, à vision directe ou non... »

(¹) La Note de l'auteur donne le détail du calcul numérique qui s'applique au phénomène produit avec cette combinaison. C'est un calcul semblable à celui qui a déjà été indiqué par lui, dans des Communications insérées aux *Comptes rendus*.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Remarques relatives à la Note de MM.* Mignon et Rouart, *sur les procédés de cuivrage;* par M. **Fr. Weil.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Je demande à l'Académie la permission de faire observer que MM. Mignon et Rouart se trompent, en disant, dans leur Lettre du 9 janvier, que je n'emploie l'acide organique que comme accessoire. C'est le contraire qui est vrai. L'acide organique joue le rôle principal dans mon système de cuivrage, ainsi qu'il résulte de la description de mes procédés aux *Annales de Chimie et de Physique*, 1864, 4e série, t. IV.

» Je démontre, dans le Chapitre intitulé « Proportions des différentes matières qui composent les bains », qu'il faut à peu près $2^{éq}$ d'acide organique par équivalent d'oxyde de cuivre, pour faire des bains donnant constamment d'excellents résultats, se conservant indéfiniment et donnant des dépôts de cuivre rouge pur.

» J'y décris également les inconvénients que présentent les bains renfermant moins d'acide organique, par exemple $1^{éq}$ ou $2^{éq}$ d'oxyde de cuivre pour un seul équivalent d'acide organique. Ces bains ne peuvent servir qu'au bronzage et ne cuivrent pas en rouge pur.

» Ces sels de cuivre, avec excès d'acide organique ($2^{éq}$ ou au delà d'acide pour $1^{éq}$ d'oxyde de cuivre), qui forment la base de mon système de cuivrage de la fonte, sont, il est vrai, tenus en dissolution dans mes bains au moyen d'un excès d'alcali; mais cet excès d'alcali est nécessaire, non seulement pour tenir le cuivre en dissolution alcalino-organique et pour assurer la stabilité du bain, mais encore pour empêcher l'attaque du fer métallique par les acides et pour garantir ainsi l'adhérence du cuivre déposé sur le fer.

» J'y démontre aussi qu'un séjour de très courte durée dans mes bains alcalino-organiques est suffisant pour que le cuivrage à faible épaisseur, qui en résulte, protège complètement le fer de l'attaque des acides, de sorte qu'on pourrait sans danger continuer le cuivrage à forte épaisseur dans des bains de cuivre, acidulés même par des acides minéraux.

» Cependant, pour la plupart des applications exigeant l'adhérence maxima, je préfère cuivrer également à forte épaisseur et à la pile dans mes bains alcalino-organiques et, depuis 1869, à la machine magnéto ou dynamo-électrique. »

M. X. **Antomari** adresse une Note concernant une généralisation de la théorie des pôles et des polaires.

(Renvoi à l'examen de M. Bouquet.)

M. E. **Wickersheim** adresse une démonstration du postulatum d'Euclide.

(Renvoi à l'examen de M. Jordan.)

M. C. **Tornbory** adresse, de Jassy (Roumanie), des échantillons d'ambre obtenus par l'agglomération de détritus et de poussières de ce corps.

(Commissaires : MM. Wurtz, Peligot.)

MM. A. **Dumontpallier** et P. **Magnin** adressent un nouveau Mémoire concernant la métalloscopie, l'hypnotisme et l'action de divers agents physiques dans l'hystérie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. P. **Mathieu** adresse une Note relative au Phylloxera.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « Annales du jardin botanique de Buitenzorg; Volume I, publié par M. *Scheffer* (Batavia, 1876), et Volume II, première Partie, publiée par M. *Melchior Treub* (Leide, 1881) ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de M. G. **Darboux**.

« Considérons une surface (Σ) et supposons que ses lignes de courbure aient pour image sphérique deux systèmes de lignes orthogonales tracées sur une sphère (S). Soumettons ces lignes sphériques à une inversion dont le pôle sera un point quelconque O, et dont le module sera choisi de telle manière que la sphère (S) se corresponde à elle-même; soit (P) le plan polaire de O par rapport à (S). Considérons un plan tangent quelconque

(π) de la surface (Σ), et abaissons du centre C de la sphère (S) la perpendiculaire sur ce plan, perpendiculaire qui rencontrera la sphère en un point M; soit M′ l'inverse du point M. Le plan (π'), perpendiculaire à CM′ et passant par l'intersection du plan (π) avec le plan fixe (P), enveloppera une surface (Σ'), dont la représentation sphérique sera fournie par les lignes orthogonales inverses de celles qui servent de représentation à (Σ).

» Nous retrouvons ainsi, et nous donnons le moyen de réaliser géométriquement cette méthode de transformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure, dans laquelle à un plan correspond un plan, et qui a été étudiée plus particulièrement par M. Laguerre, sous le nom de *transformation par directions réciproques;* et nous voyons de plus que cette méthode nous permettra, toutes les fois que le problème de la représentation sphérique aura été résolu pour un système de lignes, d'en donner la solution pour tous les systèmes orthogonaux que l'on peut en déduire par une inversion. Par exemple, si l'on cherche les surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes, surfaces qui ont pour représentation sphérique un double système de cercles orthogonaux, on pourra se borner au cas où ce double système de cercles serait formé des méridiens et des parallèles (je fais abstraction du cas relativement facile, et que je considérerai plus loin, où les cercles d'une même série sont tangents les uns aux autres en un point fixe). Alors les lignes de courbure de l'un des systèmes seront dans des plans parallèles, et l'on aura la surface connue, si complètement étudiée dans l'Ouvrage classique de Monge.

» Aux surfaces du second degré, qui ont pour représentation sphérique un système d'ellipses et d'hyperboles homofocales, correspondront les surfaces de quatrième classe corrélatives des cyclides, qui auront pour représentation sphérique un système orthogonal formé de lignes du quatrième ordre, inverses des ellipses et des hyperboles homofocales.

» Dans un grand nombre de recherches, il y a le plus grand avantage à généraliser la méthode ordinaire de représentation sphérique, en s'appuyant sur le théorème suivant :

» *Considérons une sphère variable* (U), *assujettie à toucher à la fois une surface* (Σ) *et une sphère* (S). *Quand le point de contact de* (U) *et de* (Σ) *décrit une ligne de courbure, le point de contact de* (U) *et de* (S) *décrit une ligne sphérique qui correspond à la ligne de courbure. Cela posé, les lignes sphériques qui correspondent aux deux systèmes de lignes de courbure se coupent mutuellement à angle droit.*

» Ce mode de représentation comprend celui que l'on emploie ordi-

nairement comme cas particulier. Il suffira, pour revenir à la représentation usitée, de supposer que le rayon de la sphère (S) grandisse indéfiniment. Mais il a l'avantage de subsister quand on effectue toutes les transformations qui conservent les lignes de courbure, et l'on peut encore démontrer que toute transformation effectuée sur une surface (Σ), et conservant les lignes de courbure, entraîne un changement dans la représentation sphérique de cette surface, qui équivaut à une ou à plusieurs inversions.

» On peut ainsi représenter une surface, non plus sur une sphère, mais sur un plan. Par exemple, les surfaces à lignes de courbure planes, qui ont pour représentation sphérique ordinaire deux systèmes formés de cercles qui se touchent mutuellement, peuvent être déduites de celles qui ont *pour représentation plane* deux systèmes de droites orthogonales. On obtient sans difficulté ces nouvelles surfaces. Elles peuvent être considérées comme l'enveloppe d'une sphère variable assujettie à toucher un plan fixe, que l'on prendra pour plan des xy, et alors la surface décrite par le centre de la sphère variable aura pour équation

$$z = \varphi(x) + \psi(y),$$

où φ et ψ sont deux fonctions arbitraires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations transcendantes.* Note de M. LAGUERRE, présentée par M. Hermite.

« 1. Les théorèmes de Rolle et de Descartes s'appliquent aux équations transcendantes; mais il n'en est pas ainsi des conséquences si simples, si nombreuses et si importantes que l'on déduit de ces deux propositions, relativement aux équations dont le premier membre est un polynôme entier; elles ne subsistent qu'exceptionnellement.

» L'étude des équations $\cos x = 0$ et $\sin x = 0$ n'a pas appelé l'attention sur ce point : les fonctions transcendantes $\cos x$ et $\sin x$ jouissent en effet de toutes les propriétés des polynômes entiers; mais il n'en est plus de même quand on considère la fonction holomorphe $G(x)$, inverse de la fonction $\Gamma(x)$ de Legendre et introduite dans l'Analyse par M. Weierstrass.

» Dans sa remarquable thèse *Sur le développement en séries des intégrales eulériennes,* M. Bourguet a donné en particulier le développement de $G(x)$ suivant les puissances croissantes de x et l'étude de ce développement a

révélé des irrégularités singulières tant dans les signes des coefficients que dans leur valeur numérique.

» Il semble donc de quelque intérêt d'étudier quelles sont les propriétés élémentaires des équations algébriques qui s'appliquent aux équations transcendantes; et à cet égard je distinguerai les fonctions transcendantes holomorphes, dont les *facteurs primaires* sont de la forme $e^{\frac{x}{\alpha}}\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)$ et dont le type général est

$$e^{ax}\Pi . e^{\frac{x}{\alpha}}\left(1-\frac{x}{\alpha}\right).$$

Pour abréger, je les appellerai *transcendantes du genre un,* les transcendantes du genre zéro étant celles dont les facteurs primaires ne renferment pas d'exponentielle.

» 2. Cela posé, en désignant par $F(x)$ une transcendante du premier genre et en me bornant au cas où l'équation $F(x)=0$ *a toutes ses racines réelles,* j'énoncerai les propositions suivantes :

» *Toutes les dérivées de* $F(x)$ *sont également des transcendantes du premier genre et les équations* $F'(x)=0$, $F''(x)=0$, ... *ont toutes leurs racines réelles* (¹).

» En désignant par ω une quantité réelle quelconque, si l'on pose

$$F(x+\omega i)=U+iV,$$

l'équation $\lambda U+\mu V=0$ a, quelles que soient les quantités réelles λ et μ, toutes ses racines réelles.

» En désignant par $a_0+a_1x+a_2x^2+\ldots$ le développement de $F(x)$, on a les inégalités

$$a_1^2-2a_0a_2\geq 0,\quad a_2^2-\frac{3}{2}a_1a_3\geq 0,\quad \ldots,\quad a_n^2-\frac{n+1}{n}a_{n+1}a_{n-1}\geq 0,\quad \ldots,$$

théorème déjà énoncé par Newton dans le cas où $F(x)$ est un polynôme entier.

» En appliquant cette dernière proposition à la transcendante $G(x)$ et en désignant par $a_1, a_2, \ldots, a_n$ les valeurs absolues des coefficients de son

(¹) M. Hermite avait déjà démontré [*Sur l'intégrale eulérienne de deuxième espèce* (*Journal de Borchardt,* t. 90)] que $G'(x)=0$ a toutes ses racines réelles, et sa démonstration, qui s'appuie sur la méthode de Plana, s'étend d'elle-même au cas d'une transcendante quelconque du premier genre. A cette occasion, M. Hermite m'a dit tenir de M. Genocchi que la méthode généralement attribuée à Plana appartient en réalité à F. Chio.

développement, on voit que, si $a_n^2 - \frac{n+1}{n} a_{n+1} a_{n-1}$ est négatif, a_{n+1} et a_{n-1} sont affectés de signes contraires. Cette circonstance se présente fréquemment, à cause même des irrégularités que présente la suite des valeurs numériques des coefficients et de là de nombreuses vérifications des Tables calculées par M. Bourguet, tant pour le développement de $G(x)$ que pour celui de $\frac{e^C G(x)}{x(x+1)}$ et de $\frac{G(x)}{x(x+1)}$.

» 3. En désignant, comme ci-dessus, par $F(x)$ une transcendante du genre un et ayant toutes ses racines réelles, soit

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \dots$$

le développement de $\frac{1}{F(x)}$.

» Posons, n étant un nombre entier quelconque,

$$\varphi(x) = \frac{a_0 x^n}{1.2\dots n} + \frac{a_1 x^{n-1}}{1.2\dots(n-1)} + \dots + \frac{a_{n-2} x^2}{1.2} + \frac{a_{n-1} x}{1} + a_n;$$

on démontrera aisément que chacune des équations

$$\varphi(x) = 0, \quad \varphi'(x) = 0, \quad \varphi''(x) = 0, \quad \varphi'''(x) = 0, \quad \dots$$

a au plus une racine réelle.

» En particulier, si n est pair, l'équation $\varphi(x) = 0$ a toutes les racines imaginaires [1], et par suite a_0 et a_n sont de même signe.

» Si l'on pose $\frac{1}{F(x)} = f(x)$, on en déduit que toutes les fonctions

$$f(x), \quad f''(x), \quad f^{\text{IV}}(x), \quad \dots$$

sont de même signe, quelle que soit la valeur réelle attribuée à la variable.

» On voit aussi que, dans le développement des diverses fonctions

$$x\Gamma(x), \quad x(x+1)\Gamma(x),$$
$$x(x+1)(x+2)\Gamma(x), \quad x(x+1)(x+2)(x+3)\Gamma(x), \quad \dots,$$

les coefficients de toutes les puissances paires de x sont positifs.

---

[1] Il en résulte nécessairement que l'équation

$$a_0 + a_1 x + \dots + a_n x^n = 0$$

a également toutes les racines imaginaires.

» En posant, avec M. Bourguet,

$$x(x+1)\Gamma(x) = B_0 + B_1 x + B_2 x^2 + \ldots,$$

on en conclut aisément que, pour toutes les valeurs *paires* de i, les quantités

$$2B_i + B_{i-1},\quad 6B_i + 5B_{i-1} + B_{i-2},\quad 24B_i + 26B_{i-1} + 9B_{i-2} + B_{i-3},\quad \ldots$$

sont positives. La même chose n'a pas lieu pour les valeurs impaires de i; les signes des quantités précédentes varient alors d'une façon irrégulière.

» Toutes ces quantités tendent du reste très rapidement vers zéro, et on déduit de là un moyen de calculer de proche en proche les valeurs approchées des coefficients.

» La relation $6B_{18} + 5B_{17} + B_{16} > 0$ donne, par exemple, quand on y remplace B_{17} et B_{16} par leurs valeurs,

$$B_{18} > 0,000\,001\,906\,46;$$

la valeur donnée par M. Bourguet est

$$B_{18} = 0,000\,001\,906\,49.$$

» Les considérations qui précèdent suffisent pour mettre en évidence le rôle important que joue, dans la théorie des équations transcendantes, la notion des facteurs primaires, dont on est redevable à M. Weierstrass. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je me propose d'exposer une méthode nouvelle et rapide pour exprimer une fonction fuchsienne donnée à l'aide de séries thétafuchsiennes. Je suppose, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'une fonction du genre 0 et de la première famille. J'envisage une équation du second ordre :

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y\,\frac{\varphi(x)}{(x-a_1)^2(x-a_2)^2\ldots(x-a_n)^2};$$

je suppose que $\varphi(x)$ est un polynôme de degré $2n-2$, et que, pour les différents points singuliers $a_1, a_2, \ldots, a_n, \infty$, les intégrales soient régulières,

et que les différences des racines des équations déterminantes soient respectivement

$$\frac{1}{\mu_1}, \frac{1}{\mu_2}, \ldots, \frac{1}{\mu_n}, \frac{1}{\mu_{n+1}}.$$

Je suppose que l'on sache que x est fonction fuchsienne du rapport z des intégrales. On peut choisir z d'une infinité de manières. On pourra toujours le choisir de telle façon que, pour z très voisin de o, x soit très voisin de a_1, et se développe de la façon suivante :

$$(2) \qquad x = a_1 + z^{\mu_1} + b_2 z^{2\mu_1} + b_3 z^{3\mu_1} + b_4 z^{4\mu_1} + \ldots.$$

En posant alors

$$x = f(z),$$

$f(z)$ est une fonction fuchsienne parfaitement déterminée; il est aisé de calculer les coefficients b_2, b_3, b_4, ... et ceux des substitutions du groupe fuchsien correspondant

$$\left(z, \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right).$$

Cela posé, envisageons la fonction suivante :

$$\Lambda(z) = \frac{[f(z) - a_1]^{\lambda_1}[f(z) - a_2]^{\lambda_2}\ldots[f(z) - a_n]^{\lambda_n}}{[f'(z)]^m[f(z) - f(z_1)][f(z) - f(z_2)]\ldots[f(z) - f(z_p)]}.$$

Les nombres $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n, m$ sont entiers positifs. Ils sont assujettis, ainsi que le nombre p des facteurs du dénominateur, aux inégalités suivantes :

$$\lambda_i > m\left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right),$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n < m\left(1 + \frac{1}{\mu_{n+1}}\right) + p.$$

Les quantités $z_1, z_2, \ldots, z_p$ sont regardées provisoirement comme des constantes. Les infinis de la fonction $\Lambda(z)$ sont tous simples; ils sont compris dans la formule

$$\frac{\alpha_i z_1 + \beta_i}{\gamma_i z_1 + \delta_i}, \frac{\alpha_i z_2 + \beta_i}{\gamma_i z_2 + \delta_i}, \ldots, \frac{\alpha_i z_p + \beta_i}{\gamma_i z_p + \delta_i}.$$

Quels sont les résidus correspondants? Soit

$$\frac{1}{[f(z) - f(z_1)][f(z) - f(z_2)]\ldots[f(z) - f(z_p)]}$$
$$= \frac{A_1}{f(z) - f(z_1)} + \frac{A_2}{f(z) - f(z_2)} + \ldots + \frac{A_p}{f(z) - f(z_p)}.$$

On aura

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{r} A_1 + A_2 + \ldots + A_p = 0, \\ A_1 f(z_1) + A_2 f(z_2) + \ldots + A_p f(z_p) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ A_1 f(z_1)^{p-2} + A_2 f(z_2)^{p-2} + \ldots + A_p f(z_p)^{p-2} = 0. \end{array}\right.$$

Le résidu correspondant à l'infini

$$\frac{\alpha_i z_k + \beta_i}{\gamma_i z_k + \delta_i}$$

sera

$$\frac{A_k F(z_k)}{[f'(z_k)]^{m+1}} (\gamma_i z_k + \delta_i)^{-2(m+1)},$$

en posant, pour abréger,

$$F(z) = [f(z) - a_1]^{\lambda_1} [f(z) - a_2]^{\lambda_2} \ldots [f(z) - a_n]^{\lambda_n}.$$

Soit $\varphi(z)$ une fonction rationnelle quelconque ne devenant pas infinie à l'intérieur du cercle fondamental. La fonction $\varphi(z)\Lambda(z)$ jouira de la propriété suivante; elle sera égale à une somme de termes de la forme $\sum \frac{A}{z-a}$, comme on le démontre par des considérations très simples, mais qui cependant ne peuvent trouver place ici. On aura donc

$$\varphi(z)\Lambda(z) = \sum_i \sum_k \frac{A_k F(z_k)}{[f'(z_k)]^{m+1}} \frac{\varphi\left(\frac{\alpha_i z_k + \beta_i}{\gamma_i z_k + \delta_i}\right)}{(\gamma_i z_k + \delta_i)^{2(m+1)}} \frac{1}{z - \frac{\alpha_i z_k + \beta_i}{\gamma_i z_k + \delta_i}}.$$

Cette identité a lieu quel que soit $\varphi(z)$. Nous pouvons donc écrire

$$(4)\quad \sum_k \frac{A_k F(z_k)}{[f'(z_k)]^{m+1}} \Theta(z_k) = 0,$$

en posant, pour abréger,

$$\Theta(t) = \sum \frac{\varphi\left(\frac{\alpha_i t + \beta_i}{\gamma_i t + \delta_i}\right) - \varphi(z)}{z - \frac{\alpha_i t + \beta_i}{\gamma_i t + \delta_i}} (\gamma_i t + \delta_i)^{-2(m+1)}.$$

Cette fonction, si l'on y regarde z comme une constante, est une fonction thétafuchsienne de t. Si l'on rapproche l'identité (4) des équations (3), et si l'on remarque que, dans ces équations, $z_1, z_2, \ldots, z_p$ ont des valeurs

quelconques, on en déduira l'existence d'une relation de la forme

$$(5)\quad \Theta(t) = \frac{[b'(t)]^{m+1}}{F(t)}[M_0 + M_1 f(t) + M_2 f^2(t) + \ldots + M_{p-2} f^{p-2}(t)],$$

où M_0, M_1, ..., M_{p-2} sont des constantes indépendantes de t. Les valeurs numériques de ces constantes peuvent être calculées aisément à l'aide de séries de même forme que Θ et des $p-2$ premiers coefficients b_1, b_2, ..., b_{p-2} de la série (2). Cette méthode nous donne donc l'expression d'une fonction rationnelle de $f'(z)$ et de $f(z)$ sous la forme d'une série thétafuchsienne. Connaissant trois pareilles expressions, nous pourrons exprimer rationnellement $f(z)$ par des séries thétafuchsiennes.

» On peut, par ce procédé, écrire effectivement certaines relations linéaires entre les séries thétafuchsiennes, relations dont j'ai démontré *a priori* l'existence.

» Les mêmes méthodes sont applicables, avec quelques changements, aux fonctions des autres genres et des autres familles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un moyen d'étendre la théorie des imaginaires, sans faire usage des imaginaires.* Note de M. SALTEL.

« Soit

$$f(x, y) = 0 \quad (1)$$

une équation en x, y supposée algébrique, entière et d'ordre m. Remplaçons les variables x, y par

$$x = \alpha + \lambda\beta, \quad (2)$$

$$y = \alpha' + \lambda\beta. \quad (3)$$

En ordonnant le résultat de la substitution par rapport à λ, on a une équation de la forme

$$\lambda^m A_0(\alpha, \beta, \alpha', \beta') + \lambda^{m-1} A_1(\alpha, \beta, \alpha', \beta') + \ldots + A_m(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0. \quad (4)$$

Cela fait, considérons la nouvelle équation

$$i_m A_0(\alpha, \beta, \alpha', \beta') + i_{m-1} A_1(\alpha, \beta, \alpha', \beta') + \ldots + A_m(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, \quad (5)$$

obtenue en remplaçant dans (4) les puissances

$$\lambda^m, \lambda^{m-1}, \lambda^{m-2}, \ldots, \lambda \quad (6)$$

par les *nouvelles variables*

$$i_m, i_{m-1}, i_{m-2}, \ldots, i, \quad (7)$$

en sorte que (5) représentera une équation à $m+4$ inconnues. Établissons entre les nouvelles variables (7) les relations

$$i_{4n}=p,\quad i_{4n+1}=i,\quad i_{4n+2}=q,\quad i_{4n+3}=-i, \tag{8}$$

p, q étant des nombres donnés quelconques *positifs* ou *négatifs*, tels que, par exemple, $p=1$, $q=-2$; l'équation (5) prendra la forme

$$U_1(\alpha,\beta,\alpha',\beta')+iU_2(\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, \tag{9}$$

U_1 et U_2 étant des fonctions de α, β, α', β' parfaitement définies, dépendant uniquement de la composition de l'équation (1) et des valeurs attribuées à p, q.

» Si donc on considère :

» 1° La courbe (C), dont l'équation en X, Y s'obtient en éliminant α, β, α', β', entre

$$(C)\quad \left\{\begin{array}{ll} U_1(\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (10)\\ U_2(\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (11)\\ V_1(X,Y,\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (12)\\ V_2(X,Y,\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (13)\\ V_3(X,Y,\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (14)\end{array}\right.$$

V_1, V_2, V_3 étant des fonctions données arbitrairement;

» 2° La surface (S), dont l'équation en X, Y, Z s'obtient en éliminant α, β, α', β', entre

$$(S)\quad \left\{\begin{array}{ll} U_1(\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (15)\\ U_2(\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (16)\\ W_1(X,Y,Z,\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (17)\\ W_2(X,Y,Z,\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (18)\\ W_3(X,Y,Z,\alpha,\beta,\alpha',\beta')=0, & (19)\end{array}\right.$$

W_1, W_2, W_3 étant encore des fonctions données arbitrairement, il en résultera que la courbe (C) et la surface (S) résulteront entièrement :

» 1° De la composition de l'équation (1);

» 2° Des valeurs attribuées à p, q;

» 3° Des fonctions données (V_1, V_2, V_3), (W_1, W_2, W_3).

» *Première application.* — Si l'on suppose, en particulier,

$$p=1,\quad q=-1, \tag{20}$$

$$V_1=X-\alpha-p=0, \tag{21}$$

$$V_2=Y-\alpha'-\beta'=0, \tag{22}$$

$$V_3=\beta-k\beta'=0, \tag{23}$$

k étant un nombre donné quelconque, les équations (C) deviendront

$$(\mathrm{M})\quad \begin{cases} U_1(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, & (24)\\ U_2(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, & (25)\\ X = \alpha + \beta, & (26)\\ Y = \alpha' + \beta', & (27)\\ \beta = k\beta', & (28)\end{cases}$$

et représenteront une courbe dont l'étude fait l'objet essentiel de l'Ouvrage de M. Marie sur les *Fonctions des variables imaginaires*.

» *Seconde application.* — Si l'on suppose, avec (20),

$$W_1 = X - \alpha Z - \beta = 0, \qquad (29)$$
$$W_2 = Y - \alpha' Z - \beta' = 0, \qquad (30)$$
$$W_3 = \beta - k\beta' = 0, \qquad (31)$$

les équations (S) deviendront

$$U_1(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, \qquad (32)$$
$$U_2(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, \qquad (33)$$
$$X - \alpha Z - \beta = 0, \qquad (34)$$
$$Y - \alpha' Z - \beta' = 0, \qquad (35)$$
$$\beta - k\beta' = 0, \qquad (36)$$

et représenteront une surface qui sera coupée par le plan $Z = 1$, suivant une courbe de M. Marie.

» *Nota.* — Supposons que l'équation (1) ne contienne qu'une seule inconnue

$$f(x) = 0, \qquad (37)$$

et soit

$$A_1(\alpha, \beta) + iH_2(\alpha, \beta) = 0$$

ce que devient l'équation (9).

» Si α', β' sont deux nombres positifs ou négatifs vérifiant les équations

$$H_1(\alpha, \beta) = 0, \quad H_2(\alpha, \beta) = 0,$$

nous dirons que

$$x = \alpha + \Omega\beta$$

représente une *solution imaginaire* de (37).

» En supposant $p = 1$, $q = -1$, on retrouve les *solutions imaginaires* considérées jusqu'ici. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle manière d'employer le principe de la moindre action, dans les questions de Dynamique.* Note de **M. E. Brassinne.**

« Le principe de la moindre action, exprimé par les relations équivalentes

$$\delta\int mv\,ds = 0 \quad \text{ou} \quad \delta\int mv^2\,dt = 0,$$

ne correspond pas toujours à une simple question de *minimum*. Si, par exemple, une longueur invariable s est parcourue uniformément, dans un temps t, avec une vitesse v, il en résultera l'égalité $vt = s$; la variation du premier membre sera nulle, ce qui signifiera que le produit s peut être formé de plusieurs manières par deux facteurs différents. Les relations générales ci-dessus, dans lesquelles deux éléments des intégrales sont variables, ont un sens analogue. Une question particulière le fera comprendre.

» Un point pesant m descend sur une courbe située dans un plan vertical, et il en parcourt une longueur s terminée par deux points fixes A, B; par le premier, on mène une verticale h, qui coupe un plan horizontal mené, par le point B, à l'origine des ordonnées x. Quelle que soit la courbe, le point m, dont l'ordonnée est x et qui, par conséquent, est descendu au-dessous de A d'une hauteur $h - x = z$, aura une vitesse $\sqrt{2gz}$, et sa force vive acquise lorsque $x = 0$ sera mgh.

» On voit aisément que le *minimum* indiqué par la relation générale $\delta\int mv^2\,dt = 0$ ne peut provenir que du temps pendant lequel se développe la force vive mgh. Mais cette considération ne fait pas connaître la nature de la ligne qui remplit les conditions nécessaires. On y parvient par la transformation suivante (en faisant $m = 1$) :

$$(1)\quad \delta\int v\,ds = \delta\left(v.s - \int dv.s\right) = 0, \quad \delta\int v^2 st = \delta\left(v^2.t - \int 2v\,dv.t\right) = 0.$$

» Si l'on égale à zéro des variations des termes en dehors du signe d'intégration, on trouvera

$$(2)\qquad \delta v.s + v\delta s = 0, \quad \delta v^2.t + v^2.\delta t = 0,$$

qui peuvent donner les valeurs de s, t en fonction de v ou de z, et réduire les termes des expressions (1) qui ont conservé au second membre les

signes d'intégration à la forme $\delta\int\varphi(z)dz$. Mais les valeurs de z ont pour limites fixes zéro et h, et par suite la variation de la quadrature sera nulle. Remplaçant v par $\sqrt{2gz}$ et remarquant que $z = h - x$ et que, par suite, dx, qu'on suppose de même signe que l'accroissement de l'arc, compté de bas en haut, est de signe contraire à dz, les relations (2) prennent la forme suivante :

$$(3) \qquad \frac{-\delta z}{2z} + \frac{\delta s}{s} = 0, \quad \frac{-\delta z}{z} + \frac{\delta t}{t} = 0.$$

L'intégration donne de suite

$$(4) \qquad s^2 = \lambda(h - x), \quad t = k(s - x).$$

La première est une cycloïde dont le sommet est au point A, pour lequel l'ordonnée $x = h$. Elle coupe le plan horizontal passant par l'origine en un point qui pourra être B si on détermine la constante λ d'une manière convenable.

» La vitesse de m en un point de la cycloïde est

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{dt}\frac{\sqrt{\lambda}}{2}\frac{-dx}{\sqrt{h-x}};$$

cette vitesse est aussi

$$\sqrt{2g(h-x)};$$

par suite, en identifiant ces valeurs,

$$dt = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\lambda}{2g}}\,\frac{dx}{h-x};$$

mais, d'après la seconde des relations (3),

$$\frac{dx}{h-x} = \frac{dt}{t},$$

d'où résulte

$$t = +\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\lambda}{2g}}.$$

» La valeur de t, indépendante de la hauteur h, démontre que la courbe est tautochrone ; on peut avoir la valeur du temps après la détermination de $\frac{\lambda}{2}$, qui sera le rayon de courbure de la cycloïde $s^2 = \lambda z$, et la longueur du pendule simple dont l'oscillation est $2t$.

» La méthode précédente s'applique au problème général du mouve-

ment d'un corps pesant sur une surface; on peut aussi supposer des forces verticales qui donnent à un corps m, qui descend d'une hauteur h, une vitesse $\sqrt{2g\varphi(z)}$. »

PHYSIQUE. — *Détermination, au moyen du microphone, de la position des nœuds et des ventres dans les colonnes d'air vibrantes;* par **J. Serra-Carpi.**

« Je demande à l'Académie la permission de lui présenter le résumé de mes recherches, pour déterminer, au moyen du microphone, la position des nœuds et des ventres dans les colonnes d'air vibrantes.

» Sur un petit anneau muni d'une membrane élastique, je fais appuyer une très légère tige de graphite, qui, à son autre extrémité, peut osciller dans un trou percé dans un petit morceau de charbon, soutenu par un demi-cercle en carton. Cette sonde microphonique a été introduite dans plusieurs tuyaux, mais la plupart des expériences ont été faites avec un tuyau d'orgue, dont le son fondamental était do_2. Lorsqu'on porte successivement cet appareil dans diverses tranches de la colonne d'air vibrante, on peut, avec un téléphone, reconnaître aisément si la sonde passe par un nœud ou par un ventre. La présence d'un nœud est indiquée par un roulement, semblable aux bruits qu'on entend dans la lame d'un téléphone lorsqu'un courant induit traverse le fil de cet instrument. Au contraire, quand la sonde se trouve dans un ventre, les bruits deviennent très éloignés et très rares. Dans les tranches intermédiaires, les bruits deviennent de moins en moins rapprochés à mesure qu'on marche d'un nœud vers un ventre. Avec cet appareil, on n'entend presque pas, au téléphone, le son musical rendu par le tube; si, au lieu du petit tambour microphonique, on enfonce dans l'intérieur du tube un petit microphone ordinaire, on entend bien le son musical, mais on ne peut pas reconnaître si le microphone passe plutôt par un nœud que par un ventre. En regardant la tige en graphite de la petite sonde microphonique, on voit qu'elle effectue des oscillations assez grandes, mais peu fréquentes, dans le trou du petit charbon supérieur, quand elle se trouve dans un ventre; elle éprouve un frémissement à peine visible, lorsqu'elle passe par un nœud. Ces mouvements si différents de la tige du microphone, dans un tube muni de parois en verre, peuvent être projetés sur un écran; on rend ainsi visible à une nombreuse réunion la distribution des nœuds et des ventres.

» Cette méthode, comme presque toutes celles qui ont été adoptées dans

de pareilles expériences, demande des précautions d'autant plus minutieuses, qu'on explore l'intérieur de tubes rendant des sons plus aigus. »

ZOOLOGIE. — *La spermatogénèse chez les Annélides et les Vertébrés*. Note de M. A. Sabatier, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Ayant eu l'occasion d'étudier, à la station zoologique de Cette, les phénomènes de la spermatogénèse chez une *Salmacina*, petite Annélide du groupe des Serpulides, et comparativement chez quelques Lombrics de la région, je suis arrivé à des résultats qui m'ont paru éclairer d'une manière heureuse la spermatogénèse encore assez obscure des Vertébrés.

» Les spermatospores ou cellules mères qui tapissent les parois des poches spermatiques se couvrent par multiplication des noyaux et par bourgeonnement de cellules pédonculées claviformes, que j'appelle *protospermoblastes*. Chacun de ceux-ci ou plusieurs à la fois grossissent, se détachent du groupe et présentent à leur tour une nouvelle multiplication des noyaux avec bourgeonnement superficiel. De là une seconde génération de spermatoblastes, fille de la première, les deutospermoblastes qui s'allongent progressivement et se transforment définitivement en spermatozoïdes. Le noyau du deutospermoblaste forme la tête du spermatozoïde, tandis que le corps et la queue sont constitués par l'effilement du protoplasme. Il résulte de là que le processus de la spermatogénèse, loin d'être réduit à la production d'une seule génération de spermoblastes, présente, au contraire, la succession de deux générations de ces éléments cellulaires, dont la première devient le blastophore de la seconde.

» Ce processus me paraît être également celui de la spermatogénèse chez les Vertébrés. Il permet d'interpréter d'une manière très satisfaisante des faits recueillis par des observateurs d'une valeur incontestable, mais dont les conceptions présentent des divergences très prononcées.

» C'est ainsi, par exemple, que le processus compliqué et assez extraordinaire que M. Balbiani attribue à la spermatogénèse chez tous les Vertébrés, depuis les Poissons jusqu'aux Mammifères, trouve dans les phénomènes ci-dessus une explication des plus simples et des plus rationnelles. Les groupes cellulaires composés d'une grande cellule centrale ronde et claire (élément femelle) et de petites cellules périphériques aplaties (élément mâle) appliquées à la surface de celle-ci, groupes que l'éminent professeur du Collège de France considère comme des ovules primordiaux entourés de cellules épithéliales et par conséquent comme de jeunes follicules de Graaf mâles,

ces groupes, dis-je, ne sont autre chose que le spermatospore primitif recouvert des protospermoblastes, qui deviennent plus ou moins saillants à la surface de la cellule mère. Ce premier phénomène de bourgeonnement superficiel a d'ailleurs été observé par La Valette Saint-George, qui lui attribue la formation des cellules de ce qu'il appelle le *spermatocyste*.

» M. Balbiani a également constaté chez les Plagiostomes que l'ovule central émet, par différents points de sa surface, des bourgeons ou cellules filles qui deviennent claviformes.

» Les cellules épithéliales du follicule de Graaf mâle qui produisent, d'après M. Balbiani, par bourgeonnement, un groupe de cellules filles devenant les spermatozoïdes, représentent fidèlement à leur tour les protospermoblastes, produisant par bourgeonnement, à leur surface, la génération des deutospermoblastes qui deviendront les spermatozoïdes [1].

» Cette succession de deux générations de spermoblastes, dont la deuxième prend naissance sur la première, constituant le processus nécessaire de la spermatogénèse des Annélides, me semble parfaitement en harmonie avec les faits dus aux observateurs les plus dignes de crédit et me paraît suffire à l'interprétation simple et naturelle des faits observés, sans nécessiter l'intervention d'une conjugaison d'éléments réputés de sexualité différente et d'une fécondation que rien n'est venu sérieusement établir. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur le rôle de l'amnios dans la production des anomalies.* Note de M. C. Dareste.

« On a souvent cherché à expliquer un grand nombre d'anomalies simples, et particulièrement les déviations du tronc et des membres, par une cause mécanique, la compression partielle de l'embryon dans la matrice. Cette théorie, très ancienne, puisqu'on la retrouve dans le livre de la *Nature de l'enfant* qui fait partie de la collection hippocratique, a été souvent reproduite. Mais les partisans de cette doctrine n'ont pu, jusqu'à

---

[1] Ces protospermoblastes sont aussi les *Deckyellenkern* de Semper, que ce savant distingué fait naître à tort à la base du faisceau de spermatozoïdes, tandis que ce sont les spermatozoïdes qui en naissent.

Ces protospermoblastes sont encore les cellules *externes* du spermatocyste de la Valette Saint-George, tandis que les *cellules internes* sont les deutospermoblastes ou spermatozoïdes.

présent, la faire prévaloir, parce qu'ils ne connaissaient point l'agent de la compression.

» Mes recherches sur la production artificielle des monstruosités m'ont appris que, dans l'embryon des Oiseaux, un grand nombre de monstruosités simples résultent de la compression partielle du corps de l'embryon; que l'agent de cette compression partielle est l'amnios arrêté dans son développement; enfin que cette compression partielle ne peut déterminer d'événements tératologiques qu'autant qu'elle s'exerce de très bonne heure, lorsque l'embryon n'est constitué que par des cellules homogènes, et ne présente pas encore ses éléments histologiques définitifs.

» J'ai signalé, depuis longtemps, cette loi générale comme devant s'appliquer également aux Mammifères et à l'espèce humaine. La similitude des phénomènes de l'évolution chez les Oiseaux et les Mammifères devait amener la similitude des phénomènes tératogéniques. Une pièce tératologique très intéressante, dont je dois la communication à M. G. Pouchet, me permet de donner la preuve de cette conception.

» C'est un fœtus de mouton qui présente des déviations de toute sorte. La tête est complètement renversée en arrière et à droite, de telle façon que le museau vient s'appliquer contre la partie de l'amnios qui enveloppe les membres postérieurs. Les membres antérieurs, complètement soudés, dans la région humérale, avec les parois thoraciques, présentent, dans la région de l'avant-bras et des pieds, de nombreuses torsions qui font que leurs doigts viennent s'appliquer sur le museau, où ils ont laissé leur empreinte. Les doigts des membres postérieurs sont complètement renversés d'avant en arrière.

» Ces faits seraient assurément peu dignes d'intérêt en eux-mêmes si la pièce tératologique ne laissait voir, de la manière la plus évidente, leur mode de formation.

» En effet, l'amnios, complètement adhérent avec la peau de l'embryon, dans une grande partie de la région cervicale et de la région dorsale, n'a pu être enlevé en totalité. Un lambeau persistant de cette membrane forme une sorte de gaîne qui enveloppe et comprime les pattes postérieures : c'est cette compression qui a manifestement renversé en arrière les doigts des pattes postérieures. Cette gaîne est elle-même soudée avec un lambeau du capuchon céphalique, qui a été ainsi renversé en arrière et latéralement, et qui a entraîné la tête avec lui. Le cordon ombilical se trouve engagé dans cette adhérence, qui unit entre elles la partie céphalique et la partie caudale de l'amnios.

» Les adhérences de l'amnios avec la peau de l'embryon établissent, avec une complète évidence, que la date de ces événements tératologiques est très ancienne; car elles n'ont pu se produire que lorsque la peau n'était pas définitivement constituée, et ne s'était pas encore revêtue de ses poils laineux.

» Cette pièce présente donc la réalisation complète des idées que je professe depuis longtemps sur la tératogénie. Elle montre comment les déviations, et particulièrement le pied bot congénital, l'une des anomalies les plus fréquentes dans l'espèce humaine, sont la conséquence de la compression du corps de l'embryon, par l'amnios arrêté dans son développement. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la végétation à l'air des plantes aquatiques.* Note de M. E. **Mer**, présentée par M. Duchartre.

« On sait qu'un grand nombre de plantes aquatiques peuvent vivre à l'air et y développer des rameaux différant notablement de ceux qui naissent sous l'eau par leur aspect général et leur structure. Mais il est plusieurs espèces chez lesquelles les formes aériennes ne sont pas connues. J'ai cherché pour quelques-unes d'entre elles à les réaliser expérimentalement. Pour cela je plaçai quelques rameaux dans un vase renfermant de l'eau, en ayant soin que les bourgeons restassent émergés. Le tout était recouvert d'une cloche et exposé à une lumière diffuse assez vive. A côté se trouvait un appareil identique, renfermant des rameaux semblables aux premiers, mais immergés entièrement et destinés à servir de témoins : comparaison nécessaire pour apprécier la part d'influence revenant au milieu. Les observations furent commencées au mois de juillet.

» *Potamogeton natans.*—Les entrenœuds, de même que les premières feuilles, qui, dans cette plante, sont linéaires, restèrent courts et épais. Ensuite apparurent des feuilles à limbe rudimentaire, puis des feuilles pourvues de limbes de plus en plus grands, sans que ces derniers acquissent jamais les dimensions normales. Après qu'un certain maximum eut été atteint, la taille des limbes qui suivirent diminua peu à peu, et, à l'automne, les feuilles linéaires reparurent : circonstance qui ne se présente que très rarement dans les stations où végète cette plante. Sur toutes les feuilles linéaires les stomates étaient d'autant plus abondants qu'on examinait des régions plus rapprochées de l'extrémité. Il y en avait parfois jusque dans le voisinage de l'insertion sur le rameau. Ces stomates existaient uniquement à la face supérieure, qui se distinguait de l'autre par un léger aplatissement. Je n'ai jamais rencontré ces organes sur les feuilles linéaires de cette plante, dans les conditions naturelles où elle vit. A mesure que l'extrémité des feuilles s'élargissait, les stomates se confinaient de

plus en plus dans la partie terminale. Sur celles où un rudiment de limbe commençait à apparaître, on en trouvait cependant encore au sommet du pétiole. C'est seulement lorsque le limbe avait acquis d'assez grandes dimensions que le pétiole se montrait complètement dépourvu de stomates. Quant aux rameaux qui, dans l'expérience, s'étaient développés sous l'eau, ils avaient acquis des dimensions un peu plus grandes que ceux qui s'étaient formés à l'air; mais entrenœuds et feuilles linéaires étaient restés plus exigus que dans l'état normal. Les feuilles linéaires, de même que celles qui étaient munies de limbes peu développés, portaient des stomates, mais en moins grand nombre que dans la forme aérienne. En outre, ces stomates s'éloignaient moins du limbe et faisaient défaut dès que ce dernier avait dépassé les dimensions rudimentaires.

» *Potamogeton rufescens.* — Les rameaux sont restés courts et grêles, de même que les feuilles. Sur ces dernières on remarquait la présence d'assez nombreux stomates, répartis surtout de chaque côté de la nervure médiane. Les rameaux submergés étaient un peu plus développés. Leurs feuilles portaient aussi des stomates, mais en moins grand nombre. Elles en sont généralement dépourvues dans les conditions ordinaires.

» L'apparition des stomates dans les feuilles des deux plantes ci-dessus ne doit pas être attribuée au moins directement à la végétation aérienne, puisqu'on les retrouve également dans les expériences où les rameaux étaient submergés. Ils paraissent dus à deux causes : le ralentissement dans la croissance et l'hérédité. Dans les conditions de l'expérience, l'accroissement étant très lent, les matières nutritives s'accumulaient dans le tissu et favorisaient la production des stomates en déterminant sur certains points la multiplication des cellules épidermiques. Celles-ci étaient en effet plus petites et plus irrégulières dans leurs dimensions et leurs contours. Les stomates n'étaient plus nombreux dans les rameaux développés à l'air que parce que la végétation se trouvait encore plus ralentie dans ce milieu, par suite de la transpiration. C'est pour un motif analogue sans doute qu'on en rencontre sur les feuilles florales du *P. rufescens*, quand cette plante croît dans des sols peu fertiles et à de faibles profondeurs.

» L'observation nous fournit du reste d'autres exemples de l'apparition des stomates, par suite du ralentissement dans la végétation. C'est ainsi que dans les bas-fonds graveleux, très stériles, du lac de Longemer, on trouve, à une assez grande distance de la rive, des Littorelles très exiguës dont les feuilles sont remarquables par la présence assez fréquente de stomates à l'extrême pointe, tandis que, dans le voisinage, les individus appartenant à la même espèce, mais croissant en sol limoneux et à de grandes profondeurs, n'en possèdent pas.

» Mais dans l'apparition des stomates on doit également faire intervenir l'hérédité. C'est en effet en vertu de ce principe que ces organes faisaient

défaut sur la face inférieure des feuilles linéaires de *P. natans* développées dans les expériences dont il a été rendu compte plus haut et que sur la face supérieure ils étaient principalement accumulés à l'extrémité. On sait en effet que, dans les conditions normales, la face supérieure seule des feuilles nageantes possède des stomates et qu'on n'en rencontre pas sur le pétiole. C'est en vertu du même principe que les feuilles aériennes dont on provoque par expérience le développement sur des Littorelles prises à une certaine distance de la rive et dans des fonds limoneux possèdent moins de stomates que celles qui prennent naissance sur les individus recueillis près du bord ou en sols stériles.

» On savait que la végétation aérienne provoque le développement des stomates, mais sans en comprendre le mécanisme. Les expériences précédentes jettent quelque jour sur cette question.

» *Nuphar pumilum.* — En soumettant aux mêmes conditions expérimentales des rameaux de *N. pumilum* portant des feuilles appartenant à la forme submergée, j'ai vu apparaître des feuilles aériennes présentant le même type, mais plus exigu. Le ralentissement dans la végétation produisit un résultat que j'avais en vain cherché à faire naître dans les feuilles de *P. rufescens* : je veux parler de l'apparition de grains d'amidon dans les cellules du limbe, fait que je n'ai jamais vu se présenter dans les conditions naturelles où vivent les feuilles submergées de cette plante.

» L'*Hydrocharis morsus ranæ* a pu développer des feuilles à l'air, parfois même sans abri et exposé directement à la radiation solaire. Les limbes étaient moins larges, les pétioles plus courts, les lacunes moins grandes, les cellules épidermiques plus exiguës et à contours légèrement sinueux.

» D'après ce qui précède, on est autorisé à penser que, si certaines plantes aquatiques ne peuvent pas former de rameaux à l'air libre, c'est seulement parce que leurs tissus sont impuissants à résister à une transpiration active et non, ainsi qu'il arrive pour les plantes aériennes qu'on immerge, parce qu'elles sont incapables de s'y développer et de s'y nourrir. Elles peuvent vivre à l'air, à condition que celui-ci soit humide, et y produire de l'amidon parfois avec plus de facilité que sous l'eau. Certainement si, au lieu d'opérer sur des fragments détachés, on appliquait le dispositif précédent à des individus intacts, sans les sortir de leur station naturelle, on obtiendrait des organes moins exigus. Mais si les plantes aquatiques peuvent développer à l'air des rameaux qui y fonctionnent et y vivent, il en est fort peu chez lesquels la même feuille puisse fonctionner dans les deux milieux. Ce cas ne se rencontre que dans celles qui possèdent des tissus assez consistants pour résister à une active transpiration. Telles

sont les feuilles d'*Isoëtes* et *Littorella lacustris*, les parties émergées des feuilles de *Typha*, *Sparganium ramosum*, *Carex ampullacea*, etc. A cette catégorie de plantes seule conviendrait la dénomination d'amphibies, et encore le sont-elles rarement dans toutes leurs parties, car si la portion immergée d'une feuille de *C. ampullacea*, *Sp. ramosum* peut vivre à l'air, en revanche la partie émergée ne saurait végéter dans l'eau. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les bandes concentriques des feldspaths.* Note de M. A. MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« Dans une Note précédente (1), j'ai cherché quelles sont les positions d'égale intensité lumineuse que peuvent prendre, entre les nicols croisés, deux minéraux juxtaposés en plaque très mince, ainsi que leur mélange submicroscopique.

» Voici les résultats de l'application de cette méthode à l'étude des feldspaths présentant des bandes concentriques, des facules, des extinctions ondulées, entre les nicols croisés, en lumière parallèle.

» *Premier cas, très fréquent.* — Il existe quatre positions à angle droit, d'égale intensité lumineuse, dans lesquelles les cristaux des feldspaths paraissent entièrement homogènes; non seulement les bandes concentriques et les facules disparaissent, mais encore les lamelles hémitropes, suivant les lois de l'albite et du péricline, s'effacent également.

» Dans le cas des associations d'orthose, de microcline et d'albite, découvertes par M. Des Cloizeaux, l'orthose ne se distingue plus, dans ces quatre positions, du microcline; les filonnets d'albite ressortent sur un fond commun d'intensité uniforme.

» *Deuxième cas, fréquent.* — Dans les feldspaths tricliniques intermédiaires, entre l'albite et l'anorthite, les bandes excentriques, souvent nombreuses, s'effacent simultanément dans le cristal fondamental; mais les positions d'égale intensité lumineuse, pour les bandes concentriques, ne correspondent plus à l'effacement des lamelles hémitropes.

» *Troisième cas, assez rare.* — On ne trouve aucune position dans laquelle les bandes concentriques prennent toutes la même intensité lumineuse.

» Pour faciliter l'interprétation théorique de ces divers cas, je rappellerai que, dans nos expériences de reproduction artificielle, nous avons vu, M. Fouqué et moi, les microlithes feldspathiques élémentaires allongés

(1) *Comptes rendus*, p. 93 de ce Volume.

suivant l'arête pg^1 se grouper radialement en sphérolithes, tantôt parallèlement en faisceaux, préparant pour ainsi dire les grands cristaux de feldspath. Il convient donc de se représenter un pareil cristal comme un agrégat de microlithes parallèles, juxtaposés par couches concentriques, et tantôt orientés dans un sens unique, tantôt retournés par rotation autour d'un axe perpendiculaire à g^1. L'association si fréquente des macles de l'albite et du péricline confirme cette observation.

» Quand nous avons cherché, dans nos expériences synthétiques, à faire cristalliser simultanément deux feldspaths différents, nous avons vu les microlithes de même nature se grouper et pour ainsi dire se rechercher ; mais parfois il y avait juxtaposition, dans un même faisceau, de deux séries de microlithes différents.

» Quand le feldspath considéré ne présente pas de bandes concentriques, sa composition est homogène et les microlithes élémentaires sont orientés dans un sens unique, du moins si l'on considère successivement le cristal fondamental et les lamelles hémitropes.

» Lorsque les bandes concentriques et les facules se présentent, il faut considérer à part chacun des cas énumérés plus haut. Dans *le premier cas*, on n'a également affaire qu'à un seul feldspath fondamental; mais les groupements hémitropes submicroscopiques des microlithes y constituent les parties à propriétés optiques variables, quoique se déduisant en somme de l'ellipsoïde du feldspath fondamental.

» Ce cas est assez important au point de vue théorique pour que nous insistions sur les preuves accessoires que l'observation fournit à son sujet. On aperçoit fréquemment, dans les oligoclases des pegmatites, par exemple, des facules et même des bandes où les lamelles hémitropes, extrêmement fines, peuvent encore se distinguer aux forts grossissements. On observe souvent aussi, dans les roches les plus variées, des bandes concentriques ayant les mêmes extinctions et les mêmes colorations que l'une des séries de lamelles hémitropes; ces dernières viennent pour ainsi dire se fondre dans ces bandes.

» L'importance théorique de ce second cas réside dans l'incertitude qu'il peut jeter sur les extinctions présentées par les feldspaths tricliniques dans la zone ph^1; il conduit à admettre l'existence de bandes qui seraient au feldspath triclinique fondamental ce que l'orthose, ou du moins certains orthoses, sont au microcline.

» Le *deuxième cas* paraît exiger l'absence d'hémitropie submicroscopique; il suppose un mélange de deux séries de microlithes feldspathiques et, sans

prouver la théorie de M. Tschermak, il ne lui est pas opposé. La nouvelle méthode que nous proposons prouve qu'il n'y a alors dans les bandes concentriques que deux corps à considérer; elle démontre, en outre, que le second de ces corps ne se confond pas avec le feldspath des lamelles hémitropes.

» Enfin, le *troisième cas* suppose plus de deux corps composants, ou tout au moins deux corps et des retournements hémitropes.

» La méthode des intensités lumineuses égales paraît pouvoir s'appliquer à d'autres anomalies optiques, notamment à celles que présentent certaines plaques de quartz et de pyroxène. Elle procure une distinction facile des différentes macles dans les feldspaths tricliniques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la hauteur barométrique du 17 janvier 1882.* Note de M. É. RENOU, présentée par M. Hervé Mangon.

« La pression atmosphérique s'est élevée, le 17 janvier dernier, à une hauteur extraordinaire; elle a atteint à 10^{h} du matin, au parc de Saint-Maur, $782^{\mathrm{mm}},13$; l'altitude est de $49^{\mathrm{m}},30$. La température de l'air était $-2^{\circ},1$, le temps couvert avec du brouillard. Cette hauteur revient, au niveau de la mer, à $786^{\mathrm{mm}},92$.

» Depuis près d'un siècle, on ne trouve à l'Observatoire de Paris qu'une seule hauteur qui la dépasse un peu, c'est celle du 6 février 1821, à 9^{h} du matin, $780^{\mathrm{mm}},82$, qu'il faut porter à $780^{\mathrm{mm}},90$, à cause d'une correction alors négligée. L'altitude du baromètre étant $67^{\mathrm{m}},38$; ce chiffre devient $787^{\mathrm{mm}},52$ au niveau de la mer.

» Depuis deux siècles, on observe à Paris la pression atmosphérique avec des instruments variés, mais dont les corrections peuvent se déduire de séries embrassant un certain nombre d'années. Il ne paraît pas que, dans tout cet intervalle, le baromètre ait jamais dépassé $778^{\mathrm{mm}},5$, si l'on en excepte les deux chiffres de 1821 et de 1882. Cotte citait comme extraordinaire la hauteur de $775^{\mathrm{mm}},6$, qu'il avait lue à Montmorency le 26 décembre 1778, hauteur qui, avec les corrections convenables, revient à peu près à $778^{\mathrm{mm}},5$ à l'Observatoire. Dans ce siècle, nous trouvons encore deux hauteurs pareilles, $778^{\mathrm{mm}},56$ le 11 février 1849 et $778^{\mathrm{mm}},38$ le 18 janvier 1859. On rencontre ainsi certains chiffres qui se produisent presque identiques de temps en temps et qui sont produits sans doute par le même état atmosphérique.

» En 1821, les données météorologiques sont peu nombreuses et trop

clair-semées, pour qu'on puisse rien dire de l'état atmosphérique de l'Europe au moment du maximum barométrique du 6 février. Il n'en est plus de même aujourd'hui. Le maximum du 17 janvier concorde avec l'existence d'un immense anticyclone, beaucoup plus étendu que d'habitude et occupant tout l'espace compris entre le nord de l'Afrique et celui de l'Europe. Il est bien probablement produit par le croisement des vents inférieurs de Nord-Est avec des vents supérieurs de Sud-Ouest. Ce dernier se déverse sur le nord de l'Europe, sous forme de vent d'Ouest violent, concordant avec un hiver extraordinairement doux pour ces régions. Les observatoires de montagne montrent d'ailleurs cette disposition de l'atmosphère. La différence avec l'état atmosphérique de décembre 1879 réside dans l'humidité de ces couches qui dépend de leur point de départ, les vents de Sud-Ouest pouvant être très secs, comme en décembre 1879, s'ils inclinent un peu au Sud, ou très humides, s'ils s'inclinent un peu à l'Ouest. L'expérience de ces dernières années montre clairement que la différence si grande des hivers ne provient que d'une distribution différente de la température suivant la verticale, l'atmosphère pouvant offrir, sur 10 000^{m} ou 12 000^{m} de hauteur, la même moyenne dans un hiver doux et dans un hiver rude. Cette distribution ne tient elle-même qu'à de petites différences dans la direction des courants, qui influe énormément sur leur degré hygrométrique. »

M. Faye fait les remarques suivantes, à l'occasion de l'intéressante Communication de M. Renou.

« Cette aire de haute pression si extraordinaire qui pèse sur une partie de l'Europe doit s'étendre à nos côtes de la Méditerranée et donne, si je ne me trompe, l'explication d'un phénomène que notre savant confrère, M. Naudin, me signalait ce matin même. Voici le passage de sa Lettre (du 20 janvier) qui s'y rapporte.

« Il s'agit de la *diminution* de la mer à Antibes et localités voisines. Depuis une quinzaine de jours, son niveau a baissé de plus de 0^{m}, 30, laissant à nu des fonds sur lesquels de petites barques naviguaient très aisément jusque-là. Dans une espèce de petite rade, qui est à l'entrée d'Antibes, on peut aujourd'hui récolter *à pied sec* les herbes marines, Algues, *Posidonia*, etc., ainsi que des Holothuries et autres animaux marins, tout étonnés de recevoir directement les rayons du soleil.

. . . Vidi factas ex æquore terras,
Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ.

» Faut-il attribuer cet abaissement de niveau à un soulèvement lent du sol? C'est ce qui semblerait le plus naturel. Peut-être y a-t-il connexion entre ce fait et une éruption

sous-marine qui, disent les journaux, vient d'avoir lieu dans la mer Ionienne. Les gens du pays, tout en s'étonnant de voir la mer si basse, ne vont pas en chercher la cause si loin. Pour eux, c'est tout simplement le beau temps dont nous jouissons, presque depuis le commencement de janvier, et qui rappelle tout à fait le printemps. Dans le milieu du jour, le soleil paraît presque trop chaud. »

» Si la pression était à Antibes, comme ici, de $0^m,025$ plus élevée qu'à l'ordinaire, le niveau de la mer devrait baisser, d'après une bien belle remarque de M. Daussy, de $0^m,025 \times 13$ (13, densité du mercure par rapport à l'eau), c'est-à-dire de $0^m,325$. C'est à peu près le chiffre qu'indique M. Naudin. Cette fois donc ce serait le populaire qui aurait raison contre le savant, car ce serait bien au temps tout spécial dont nous jouissons qu'on devrait attribuer le retrait des eaux et non à un soulèvement du sol. Si cette conjecture est juste, M. Naudin verra le niveau *ordinaire* se rétablir à Antibes, dès que l'équilibre atmosphérique se sera rétabli, c'est-à-dire dès que l'aire de haute pression qui semble couver sur le pays se sera défaite ou éloignée ([1]).

» Il sera bien intéressant de suivre, comme M. Alluard l'a si bien fait au Puy de Dôme, en pareille occasion (grand hiver de décembre 1879), la distribution des températures dans le sens de la hauteur, et de voir si le décroissement ordinaire se sera trouvé violemment interverti comme en 1879. Notre confrère M. Berthelot nous dit que les observations déjà publiées signalent précisément ce genre d'interversion.

» En terminant, je demande la permission de réclamer, devant l'Académie, contre le terme d'*anticyclone* que l'on applique souvent à ces phénomènes. Il n'y a pas le moindre rapport entre les aires de haute pression, comme celle qui s'est établie depuis une semaine sur nos contrées, et les mouvements tournants qui produisent les trombes, les tornades, les typhons ou cyclones.

» Les cyclones sont accompagnés, il est vrai, d'une dépression barométrique, tandis que l'inverse a lieu pour le phénomène actuel. Mais les dépressions voyagent avec une rapidité extrême, tandis que les aires de haute pression s'établissent à poste fixe pour longtemps sur un vaste pays. Si elles se déplacent, ce n'est qu'avec une grande lenteur. Dans les cyclones, l'air descend, en spires rapides et violentes, des hautes régions où la gyration

---

([1]) Le phénomène ne pouvait d'ailleurs être remarqué par le public que sur une plage à très faible inclinaison comme à Antibes, et découvrant le fond pour un minime abaissement de niveau.

prend naissance jusqu'au sol sur lequel elle s'épuise. C'est un phénomène mécanique des mieux caractérisés, dans lequel la gyration est intimement unie à la translation accélérée, et ne saurait en être séparée. Je ne sache pas qu'on puisse en dire autant des hautes pressions. Il n'y a pas là davantage de gyration inverse, c'est-à-dire ascendante, ayant en bas son origine, par opposition aux cyclones dont l'origine est en haut. En un mot, l'un de ces phénomènes n'est pas le renversement de l'autre : ils sont d'ordres différents. Le premier, seul, d'ailleurs, est bien connu aujourd'hui dans ses manifestations les plus variées, tandis que le second, je parle des hautes pressions avec inversion des températures supérieures, est encore fort peu connu [1]. Nous voyons justement, grâce aux circonstances frappantes qui accompagnent celui-ci, qu'indifféremment, par les hautes pressions, le ciel peut rester entièrement couvert, sans neige et sans pluie, avec une température relativement élevée (1882), ou, au contraire, être parfaitement clair avec un froid intense (1879), ce qui rend sans doute le problème encore plus difficile à résoudre. »

M. L. Manouvrier adresse une nouvelle Note sur l'interprétation du poids de l'encéphale et ses applications.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

(1) Dans les cyclones, la dépression est bien plus grande, en général, que le phénomène inverse pour les aires de haute pression. Il n'y a pas là de maximum proprement dit : tout dépend de l'énergie du mouvement gyratoire. Dans l'autre phénomène, l'augmentation de pression est relativement faible, et il semble qu'elle ne puisse pas dépasser une certaine valeur, $0^m,020$ ou $0^m,025$ environ.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JANVIER 1882.

(Suite.)

Sul deposito di argilla con avanzi organici animali nel tenimento di fondi; Memoria di ACH. COSTA. Napoli, tipogr. dell' Accademia reale delle Scienze, 1880; in-4°.

Relazione di un viaggio nelle Calabrie per ricerche zoologiche, fatto nella state del 1876; *per* ACH. COSTA. Napoli, tipogr. dell' Accademia reale delle Scienze, 1881; in-4°.

L'anemia dei contadini, fornaciai e minatori in rapporta coll' attuale epidemia negli operai del Gottardo. Studi del Prof. E. PERRONCITO. Torino, tip. Camilla e Bertolero, 1881; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1882.)

ERRATA.

(Séance du 16 janvier 1882.)

Page 113, ligne 12 en remontant, *au lieu de* laisser sans retour, *lisez* laisser fuir sans retour.

Même page, ligne 14, *effacez* les premières.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JANVIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES PROBABILITÉS. — *Sur la théorie des épreuves répétées.* Note de M. J. BERTRAND.

« Le célèbre théorème de Bernoulli sur les épreuves répétées ne fait partie d'aucun programme d'études, et cela tient peut-être à la complication des démonstrations proposées :

» Je crois utile de faire connaître le raisonnement suivant, présenté cette année aux élèves de l'École Polytechnique :

» Soient p et q les probabilités de deux événements contraires A et B; on a $p+q=1$, et les termes du développement

$$(p+q)^{\mu}=p^{\mu}+\mu p^{\mu-1}q+\ldots+A_k p^k q^{\mu-k}+\ldots+q^{\mu}$$

représentent les probabilités des diverses combinaisons que le hasard peut amener sur une succession de μ épreuves. Supposons qu'on s'engage à payer, après les μ épreuves accomplies, une somme égale à

$$\left(\frac{n}{\mu}-p\right)^2,$$

n désignant le nombre de fois que l'événement A s'est présenté.

» Cherchons la valeur équitable d'une telle promesse, c'est-à-dire l'espérance mathématique E de celui à qui elle est faite.

» On l'obtient évidemment en multipliant la valeur de chacune des sommes à espérer par la probabilité qu'on a de l'obtenir,

$$\begin{aligned} \mathrm{E} &= \sum \left(\frac{k}{\mu} - p\right)^2 \mathrm{A}_k p^k q^{\mu-k} \\ &= \frac{1}{\mu^2}\sum k^2 \mathrm{A}_k p^k q^{\mu-k} - \frac{2p}{\mu}\sum k \mathrm{A}_k p^k q^{\mu-k} + p^2 \sum a_k p^k q^{\mu-k}; \end{aligned}$$

on a

$$\begin{aligned} \sum \mathrm{A}_k p^k q^{\mu-k} &= (p+q)^\mu = 1, \\ \sum k \mathrm{A}_k p^k q^{\mu-k} &= p\frac{d}{dp}(p+q)^\mu = \mu p(p+q)^{\mu-1} = \mu p, \\ \sum k^2 \mathrm{A}_k p^k q^{\mu-k} &= p\frac{d}{dp}\left[p\frac{d}{dp}(p+q)^\mu\right] \\ &= \mu p(p+q^{\mu-1}) + \mu(\mu-1)p^2(p+q^{\mu-2}) = \mu p + \mu(\mu-1)p^2, \end{aligned}$$

et la substitution de ces valeurs donne

$$\mathrm{E} = \frac{p(1-p)}{\mu} = \frac{pq}{\mu}.$$

E tend vers zéro lorsque μ augmente, ce qui exige évidemment qu'il en soit de même de la probabilité pour que la différence $\frac{n}{\mu} - p$ surpasse une limite donnée, si petite qu'elle soit. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques;* par M. **Hermite**.

« **XXXIII.** Je terminerai par une remarque sur l'équation

$$\frac{il}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = 0,$$

qui exprime que les coordonnées x et y ont, comme z, la période $2\mathrm{K}$. Soit $\omega = \mathrm{K} + iv$ et posons

$$i\,\Pi(v) = \frac{il}{n} + \frac{\Theta'(\mathrm{K}+iv)}{\Theta(\mathrm{K}+iv)};$$

cette fonction $\Pi(v)$, évidemment réelle, finie et continue pour toute valeur

réelle de v, a pour dérivée l'expression

$$\Pi'(v) = \frac{J}{K} - k^2 \operatorname{sn}^2(K + iv),$$

qui est toujours négative. On a, en effet,

$$J < k^2 K,$$

comme conséquence des formules

$$K = \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}, \quad J = \int_0^1 \frac{k^2 x^2\, dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}},$$

et l'on sait d'ailleurs que $\operatorname{sn}^2(K + iv)$ est supérieur à l'unité. La fonction $\Pi(v)$, étant décroissante, ne peut s'évanouir qu'une fois; or on a, en désignant par a un nombre entier,

$$\frac{\Theta'(K + 2iaK')}{\Theta(K + 2iaK')} = -\frac{ia\pi}{K},$$

et par conséquent

$$\Pi(0) = \frac{l}{n}, \quad \Pi(2aK') = \frac{l}{n} - \frac{a\pi}{K}.$$

Nous établissons ainsi l'existence d'une racine, puisqu'on peut disposer de a de manière que $\frac{l}{n} - \frac{a\pi}{K}$ soit de signe contraire à $\frac{l}{n}$. Mais c'est en déterminant les quantités c et l qu'il serait surtout important d'obtenir les cas où le mouvement du pendule est périodique, ces constantes représentant les éléments essentiels de la question. N'ayant pu surmonter les difficultés qui s'offrent alors, je me borne à donner de l'équation précédente une transformée où ces constantes se trouvent plus explicitement en évidence. Soit, à cet effet,

$$R(z) = 2g(z + c)(1 - z^2) - l^2;$$

on aura, en premier lieu,

$$K = \int_\beta^\alpha \frac{n\, dz}{\sqrt{R(z)}}, \quad J = \int_\beta^\alpha \frac{n(\alpha - z)\, dz}{(\alpha - \gamma)\sqrt{R(z)}};$$

on trouvera ensuite

$$z = \alpha - (\alpha - \beta)\operatorname{sn}^2\omega = -\alpha\beta\gamma,$$

d'où

$$\omega = \int_{-\alpha\beta\gamma}^\alpha \frac{n\, dz}{\sqrt{R(z)}}, \quad \int_0^\omega k^2 \operatorname{sn}^2 x\, dx = \int_{-\alpha\beta\gamma}^\alpha \frac{n(\alpha - z)\, dz}{(\alpha - \gamma)\sqrt{R(z)}}.$$

Enfin, en partageant l'intervalle compris entre les limites, en deux parties, l'une de $-\alpha\beta\gamma$ à β, et l'autre de β à α, l'équation se présentera, après une réduction facile, sous la forme suivante :

$$\frac{2l}{g}\int_\beta^\alpha \frac{dz}{\sqrt{R(z)}} = \int_\beta^\alpha \frac{z\,dz}{\sqrt{R(z)}} \int_{-\alpha\beta\gamma}^\beta \frac{dz}{\sqrt{-R(z)}} - \int_\beta^\alpha \frac{dz}{\sqrt{R(z)}} \int_{-\alpha\beta\gamma}^\beta \frac{z\,dz}{\sqrt{-R(z)}}.$$

» La question qui vient d'être traitée termine les applications à la Mécanique que j'ai annoncées au commencement de ce travail, et j'arrive maintenant, pour la considérer dans toute sa généralité, à l'équation

$$D_x^2 y = [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h]y,$$

dont la solution n'a encore été obtenue que pour $n=1$ et $n=2$. Au moyen des méthodes de M. Fuchs, permettant de reconnaître que l'intégrale est une fonction uniforme de la variable, et de l'importante proposition de M. Picard, que cette intégrale est dès lors une fonction doublement périodique de seconde espèce, la solution de l'équation de Lamé est donnée directement par l'application de principes généraux s'appliquant aux équations linéaires d'un ordre quelconque. J'exposerai néanmoins une méthode indépendante de ces principes; je m'attacherai ensuite, et ce sera mon principal but, à la question difficile de la détermination, sous forme entièrement explicite, des éléments de la solution. La considération du développement en série, qu'on tire de l'équation proposée lorsqu'on suppose $x = iK' + \varepsilon$, aura, dans ce qui va suivre, une grande importance; voici, en premier lieu, comment on l'obtient.

» XXXIV. Soit, pour abréger,

$$\frac{1}{\operatorname{sn}^2\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^2} + s_0 + s_1\varepsilon^2 + \ldots + s_i\varepsilon^{2i} + \ldots,$$

les expressions des premiers coefficients étant

$$s_0 = \frac{1+k^2}{3},$$

$$s_1 = \frac{1-k^2+k^4}{15},$$

$$s_2 = \frac{2-3k^2-3k^4+2k^6}{189},$$

$$s_3 = \frac{2(1-k^2+k^4)^2}{675}.$$

Je dis qu'on vérifie l'équation

$$D_\varepsilon^2 y = \left[\frac{n(n+1)}{\mathrm{sn}^2\varepsilon} + h\right] y,$$

en posant

$$y = \frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_1}{\varepsilon^{n-2}} + \cdots + \frac{h_i}{\varepsilon^{n-2i}} + \cdots.$$

La substitution donne en effet les conditions

$$(n-1)(n-2)h_1 = h \;\; + n(n+1)(h_1 + s_0),$$
$$(n-3)(n-4)h_2 = hh_1 + n(n+1)(h_2 + s_0 h_1 + s_1),$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$

et nous allons voir qu'elles déterminent de proche en proche les coefficients h_1, h_2, ... Mettons-les d'abord sous une forme plus simple; en éliminant la quantité h au moyen de la première, on aura, après une réduction facile,

$$i(2n-2i+1)h_i = (2n-1)h_1 h_{i-1} + m(s_1 h_{i-2} + s_2 h_{i-3} + \ldots + s_{i-1}),$$

où j'ai écrit, pour abréger, $n(n+1) = 2m$.

» Or, le facteur $2n-2i+1$ ne pouvant jamais être nul, on voit que le coefficient de rang quelconque h_i s'obtient au moyen des précédents, h_{i-1}, h_{i-2}, ... En particulier, on trouve

$$h_2 = \frac{(2n-1)h_1^2}{2(2n-3)} - \frac{ms_1}{2(2n-3)},$$
$$h_3 = \frac{(2n-1)^2 h_1^3}{6(2n-3)(2n-5)} - \frac{m(6n-7)s_1 h_1}{6(2n-3)(2n-5)} - \frac{ms_2}{3(2n-5)}.$$

» Ce premier développement obtenu, nous en concluons immédiatement un second. Effectivement, le coefficient $n(n+1)$ ne change pas si l'on remplace n par $-(n+1)$, de sorte qu'en désignant par h'_1, h'_2, ... ce que deviennent h_1, h_2, ... par ce changement, l'équation différentielle sera de même satisfaite en prenant

$$y = \varepsilon^{n+1} + h'_1 \varepsilon^{n+3} + h'_2 \varepsilon^{n+5} + \ldots,$$

ou bien

$$y = \varepsilon^{n+1}(1 + h'_1 \varepsilon^2 + h'_2 \varepsilon^4 + \ldots).$$

Je remarque enfin qu'en substituant dans l'expression

$$D_\varepsilon^2 y - \left[\frac{n(n+1)}{\mathrm{sn}^2\varepsilon} + h\right] y$$

la partie de la première série représentée par

$$y = \frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_2}{\varepsilon^{n-2}} + \cdots + \frac{h_i}{\varepsilon^{n-2i}},$$

tous les termes en $\frac{1}{\varepsilon^{n+2}}, \frac{1}{\varepsilon^n}, \ldots, \frac{1}{\varepsilon^{n-2i+2}}$ disparaissent, de sorte que le résultat ordonné suivant les puissances croissantes de ε commence par un terme en $\frac{1}{\varepsilon^{n-2i}}$. On en conclut qu'en supposant n pair et égal à 2ν, ou bien $n = 2\nu - 1$, on n'aura aucun terme en $\frac{1}{\varepsilon}$, si l'on prend dans le premier cas

$$y = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-2}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon^2} + h_\nu,$$

et dans le second

$$y = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu-1}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-3}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon} + h_\nu \varepsilon.$$

Ce point établi, nous obtenons facilement, comme on va le voir, la solution générale de l'équation de Lamé.

» XXXV. Je considère l'élément simple des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, en le prenant sous la forme suivante :

$$f(x) = e^{\lambda(x-iK')}\chi(x),$$

où l'on a, comme au § V,

$$\chi(x) = \frac{H'(0)H(x+\omega)}{\Theta(\omega)\Theta(x)} e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}(x-iK')+\frac{i\pi\omega}{2K}}.$$

» Le résidu qui correspond au pôle unique $x = iK'$ sera ainsi égal à l'unité, et nous pourrons écrire

$$f(iK'+\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} + H_0 + H_1\varepsilon + \ldots + H_i\varepsilon^i + \ldots.$$

Cela posé, je dis que les expressions

$$F(x) = -\frac{D_x^{2\nu-1}f(x)}{\Gamma(2\nu)} - h_1\frac{D_x^{2\nu-3}f(x)}{\Gamma(2\nu-2)} - \ldots - h_{\nu-1}D_x f(x),$$

$$F(x) = +\frac{D_x^{2\nu-2}f(x)}{\Gamma(2\nu-1)} + h_1\frac{D^{2\nu-4}f(x)}{\Gamma(2\nu-3)} + \ldots + h_{\nu-1}f(x)$$

satisferont, suivant les cas de $n = 2\nu$ et $n = 2\nu - 1$, à l'équation différentielle en déterminant convenablement les constantes ω et λ.

» Pour le démontrer, je remarque que, si l'on pose $x = iK' + \varepsilon$, les

parties principales de leurs développements proviendront du seul terme $\frac{1}{\varepsilon}$ qui entre dans $f(iK' + \varepsilon)$, et seront, par conséquent,

$$\frac{1}{\varepsilon^{2\nu}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-2}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon^2}$$

et

$$\frac{1}{\varepsilon^{2\nu-1}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-3}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon}.$$

» Disposons maintenant de ω et λ, de telle sorte que dans le premier cas le terme constant soit égal à h_ν et le coefficient de ε, dans le suivant, égal à zéro; nous poserons pour cela les conditions

$$\begin{gathered} H_{2\nu-1} + h_1 H_{2\nu-3} + h_2 H_{2\nu-5} + \ldots + h_{\nu-1} H_1 + h_\nu = 0, \\ 2\nu H_{2\nu} + (2\nu - 2) h_1 H_{2\nu-2} + (2\nu - 4) h_2 H_{2\nu-4} + \ldots + 2 h_{\nu-1} H_2 = 0. \end{gathered}$$

Et semblablement, dans le second cas, faisons en sorte que le terme constant soit nul et le coefficient de ε égal à h_ν, en écrivant

$$\begin{gathered} H_{2\nu-2} + h_1 H_{2\nu-4} + h_2 H_{2\nu-6} + \ldots + h_{\nu-1} H_0 = 0, \\ (2\nu - 1) H_{2\nu-3} + (2\nu - 3) h_1 H_{2\nu-3} + \ldots + h_{\nu-1} H_1 - h_\nu = 0. \end{gathered}$$

On a donc ces deux développements, à savoir :

$$F(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-2}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon^2} + h_\nu + \ldots,$$

puis

$$F(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu-1}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-3}} + \ldots + \frac{h_{\nu-2}}{\varepsilon} + h_\nu \varepsilon + \ldots;$$

il en résulte que les deux fonctions doublement périodiques de seconde espèce

$$D_x^2 F(x) - [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h] F(x),$$

étant finies pour $x = iK'$, sont par conséquent nulles. Nous avons ainsi démontré que l'équation se trouve vérifiée en faisant $y = F(x)$, de sorte que l'expression

$$y = CF(x) + C'F(-x)$$

en donne l'intégrale générale.

» XXXVI. La question qui s'offre maintenant est d'obtenir ω et λ au moyen des relations précédentes, qui sont algébriques en $\operatorname{sn} \omega$ et λ. Or, on est de la sorte amené à un problème d'Algèbre dont la difficulté se montre

au premier coup d'œil et résulte de la complication des coefficients H_0, H_1, ...

» Revenons, en effet, au développement déjà donné § V, à savoir :

$$\chi(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon - \frac{1}{3}\Omega_1\varepsilon^2 - \frac{1}{8}\Omega_2\varepsilon^3 - \frac{1}{30}\Omega_3\varepsilon^4 - \ldots,$$

où l'on a

$$\begin{aligned}
\Omega &= k^2 \operatorname{sn}^2\omega - \frac{1+k^2}{3},\\
\Omega_1 &= k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega,\\
\Omega_2 &= k^4 \operatorname{sn}^4\omega - \frac{2(k^2+k^4)}{3}\operatorname{sn}^2\omega - \frac{7-22k^2+7k^4}{45},\\
\Omega_3 &= k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega \left(k^2\operatorname{sn}^2\omega - \frac{1+k^2}{3}\right),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

» Les coefficients H_0, H_1, ... résultant de l'identité

$$\frac{1}{\varepsilon} + H_0 + H_0\varepsilon + \ldots = \left(1 + \lambda\varepsilon + \frac{\lambda^2\varepsilon}{2} + \ldots\right)\left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon - \ldots\right)$$

seront

$$\begin{aligned}
H_0 &= \lambda,\\
H_1 &= \tfrac{1}{2}(\lambda^2 - \Omega),\\
H_2 &= \tfrac{1}{6}(\lambda^3 - 3\Omega\lambda - 2\Omega_1),\\
H_3 &= \tfrac{1}{24}(\lambda^4 - 6\Omega\lambda^2 - 8\Omega_1\lambda - 3\Omega_2),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

et l'on voit que, H_n étant du degré $n+1$ en λ, l'une de nos deux équations est, par rapport à cette quantité, du degré n, et la seconde du degré $n+1$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une critique contenue dans le dernier numéro des « Mémoires de la Société italienne des spectroscopistes »* (p. 256); par M. FAYE.

« Dans la théorie du Soleil que j'ai proposée, les protubérances se trouvent rattachées aux taches et aux pores comme une simple conséquence mécanique de ces phénomènes. C'est ce que j'ai appelé la circulation de l'hydrogène au-dessus et au-dessous de la photosphère.

» La production des premières est donc liée intimement à celle des seconds; autrement dit, les deux ordres de phénomènes doivent marcher ensemble, et du même pas, pourvu que l'on en fasse les dénombrements

exacts, dans le même temps et dans les mêmes régions solaires. L'accord a toujours eu lieu jusqu'ici pour l'ensemble, et M. Tacchini le constate une fois de plus dans le cours de la période actuelle; mais, au lieu d'en tirer une conséquence favorable à mes idées, il conclut au contraire contre elles.

» Voici son raisonnement : « Il est bien vrai, dit-il à peu près, que dans » leur ensemble les deux phénomènes croissent et décroissent ensemble; » mais il n'y a pas parallélisme parfait. Ainsi il y a eu pour le nombre de » taches, au mois de juillet dernier, un petit maximum secondaire, exceptionnel, que je ne retrouve pas pour les protubérances. D'ailleurs j'observe ordinairement que l'un des maxima absolus retarde constamment sur l'autre. »

» Il est bien singulier que les observateurs qui se font des conventions particulières sur la manière de dénombrer les taches, les pores, les protubérances, oublient ce qu'il y a nécessairement d'un peu arbitraire dans ce procédé, et s'imaginent ensuite, une fois les nombres réduits en tableaux, que ces mêmes nombres sont l'expression rigoureuse, mathématique de la réalité. Évidemment ce ne sont que des approximations plus ou moins heureuses, et il ne faut pas s'attendre à ce que la marche de nombres un peu arbitraires suive fidèlement les phénomènes jusque dans les moindres particularités. Pour bien faire comprendre l'indispensable réserve qu'il faut apporter dans les jugements qu'on sera tenté de baser sur de telles évaluations, lorsqu'on veut les suivre dans les plus minces détails, je me bornerai à rappeler que M. Spœrer ne peut s'accorder avec M. Wolf, de Zurich, même sur l'époque des maxima des taches, parce que leur manière de les dénombrer n'est pas absolument la même. La différence va à quatre ou cinq mois par la date de certains maxima, et s'ils s'accordent sur celles des minima, c'est parce qu'alors il n'y a presque plus rien à compter. Personne ne s'avisera d'en conclure que le phénomène des taches du Soleil ne soit pas le même à Potsdam et à Zurich.

» Il y a plus. L'énumération des protubérances se fait sur le contour du Soleil, là où l'on ne voit ni taches ni pores. Ces derniers se comptent à l'intérieur du disque, là où l'on ne distingue plus aucune protubérance. Enfin les pores jouent un rôle dans la question, et bien que l'habile observateur du Collège romain ait soin de les compter, il n'en peut faire assurément un dénombrement bien exact. Je me contenterai donc de l'accord général qui se présente dans les deux séries de phénomènes, sans exiger et sans espérer qu'on les fasse jamais concorder jusque dans les

moindres affections d'une appréciation numérique nécessairement incomplète. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année 1881, en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges* (¹); par M. G.-A. Hirn.

« Les quantités de neige et de pluie diffèrent considérablement entre la Schlucht, Munster et Colmar. Le rapport 2,5, répondant aux hauteurs extrêmes, n'est probablement pas rigoureusement le même d'une année à l'autre; cependant j'avais trouvé, à l'aide des notations faites en 1868-70, un nombre très approchant. Je reviendrai tout à l'heure, sous forme générale, sur cette question; les différences entre les quantités d'eau qui tombent au sommet des montagnes et celles qui tombent dans la plaine sont liées intimement à la cause qui détermine les variations de la température en fonction des hauteurs des couches atmosphériques. Je m'arrête seulement un instant sur un côté tout pratique et utilitaire de l'étude de ces phénomènes. L'excédent énorme d'eau qui tombe dans les hauteurs fait parfaitement comprendre l'action régulatrice et bienfaisante des grandes forêts dans les pays montagneux. Au cas particulier des Vosges, la destruction irréfléchie et barbare, qui se fait depuis bon nombre d'années d'ailleurs, des forêts séculaires qui couvraient les sommets porte déjà ses fruits. Les cours d'eau qui sortent de nos vallées et qui autrefois étaient, sinon réguliers, du moins toujours alimentés, se transforment de jour en jour davantage en torrents tantôt *ingouvernables*, tantôt complètement desséchés. Cette remarque confirme d'une façon frappante, et sous une face spéciale, le beau travail de notre confrère Becquerel sur l'action du déboisement, travail qui, par des motifs faciles à comprendre, mais peu louables, n'a pas eu l'accueil qu'il méritait du public.

» La moyenne des différences de température entre la Schlucht et Colmar est 5°,6, ce qui donnerait environ 1° d'abaissement par 170^{m} d'ascension. Une pareille moyenne, je me hâte de le dire, ne peut avoir aucun sens au cas particulier. Trop de causes perturbatrices sont en jeu dans ce genre de phénomènes pour que la cause essentielle du refroidissement des couches d'air à mesure qu'on s'élève dans les montagnes puisse donner lieu à des effets réguliers.

(¹) *Comptes rendus*, p. 152 de ce Volume.

» Je dis : la cause essentielle. M. Peslin, ingénieur des mines, et puis moi, nous avons signalé depuis longtemps cette cause. Lorsque l'air d'une plaine, par suite du mouvement (accidentel) qui l'anime (vent), est amené à franchir une chaîne de montagnes, il se détend graduellement à mesure qu'il *gravit* la pente, c'est-à-dire que sa pression initiale s'abaisse de P_0, qui représente la pression barométrique de la plaine, à $P < P_0$, qui représente actuellement celle du sommet de la chaîne de montagnes.

» Si cet air ne recevait ou ne perdait aucune chaleur en route et s'il était sec, la chute de température qu'il éprouverait par suite de l'ascension serait donnée par suite de l'équation bien connue de Thermodynamique :

$$t = (273 + t_0)\left(\frac{P}{P_0}\right)^{0,291} - 273.$$

» Au cas particulier de la station de la Schlucht et de celle de Colmar, nous avions (4 juillet 1881) $t = 33^\circ,5$, $P_0 = 0^m,7515$ à Colmar, et $P = 0^m,6747$ à la Schlucht.

» La différence de température serait donc

$$33^\circ,5 - t = 33,5 - \left[(273 + 33,5)\left(\frac{0,6747}{0,7515}\right)^{0,291} - 273\right] = 9^\circ,5,$$

différence considérablement plus forte que celle que nous avons réellement en moyenne. Mais la raison en est en quelque sorte évidente. J'ai dit : si l'air, en s'élevant, ne reçoit ou ne perd aucune chaleur. C'est précisément là ce qui ne peut avoir lieu. J'ai dit aussi : si cet air est sec. Pour l'air humide, la loi ci-dessus cesse d'être applicable. M. Peslin, à l'aide de formules d'une approximation suffisante, avait déjà montré ce qui se passe en ce cas. Depuis (*Thermodynamique*, t. I, p. 362 et suiv.), j'ai appliqué à l'analyse du phénomène les équations rigoureuses de la Thermodynamique. Il est inutile d'y revenir ici. Je me borne à rappeler que quand une masse d'air, que je suppose tout à fait saturée de vapeur d'eau à la température t_0 et à la pression P_0, se détend jusqu'à $P_1 < P_0$, une partie de la vapeur présente se condense et se précipite sous forme de poussière infinitésimale; le refroidissement de la masse entière est en conséquence bien moindre qu'avec l'air sec.

» Les considérations très simples qui précèdent nous expliquent clairement pourquoi les différences des températures entre notre plaine et le passage des Vosges sont très variables, et pourquoi une moyenne n'a aucune signification scientifique au cas particulier. L'air, toujours plus ou moins

humide, qui *gravit* la pente, lèche une surface dont l'étendue dépend de la direction du vent par rapport à celle de l'axe de la chaîne de montagnes, et dont la température dépend continuellement de l'état actuel du ciel, etc. La température de cet air ne peut donc jamais être rigoureusement celle qui répond à la détente en chaque point. C'est seulement par des vents très intenses et convenablement dirigés que la différence de la température pourra s'approcher de celle qui est donnée par notre équation ci-dessus : nous voyons, par exemple, que pendant le coup de fœhn du 26 juillet la différence de température observée par M. Defranoux et par moi s'est élevée à $29°,3 - 17°,5 = 11°,8$. Il faudra sans doute une longue suite d'années d'observation pour arriver à des données précises quant aux détails des phénomènes. Un fait très important cependant est déjà en relief : c'est l'influence de la chaîne de montagnes sur la quantité d'eau atmosphérique qui se précipite annuellement sous forme de pluie et de neige, et de plus c'est l'explication tout à fait rationnelle de cette influence par les principes de la Thermodynamique. Cette explication se vérifie jusque dans les moindres détails. Il me sera permis, en terminant cette Note, de citer un phénomène dont j'ai été maintes fois témoin, longtemps avant de prévoir qu'il en existe une interprétation très simple. Fort souvent, le ciel étant très limpide dans la plaine, le sommet des Vosges est recouvert d'un brouillard épais qui, de la station inférieure, semble parfaitement immobile, quoique le vent souffle avec une notable intensité. Les personnes qui se trouvent au sommet et qui sont plongées dans la brume voient distinctement les particules de poussière aqueuse sans cesse emportées par le vent; en se déplaçant assez, elles peuvent trouver aisément, d'une part la limite où la vapeur atmosphérique commence à se précipiter par suite de la détente de l'air sur la pente ascendante, et d'autre part la limite où, par suite de la compression de l'air sur la pente descendante et par suite de l'échauffement qui en résulte, la poussière aqueuse est de nouveau évaporée. A peine est-il nécessaire de dire que le phénomène que je signale n'est pas particulier aux Vosges, mais qu'il constitue au contraire un fait général en Météorologie. Darwin l'a observé sur le mont Corcovado, à Rio-Janeiro, et le décrit en termes presque identiques à ceux que je viens d'employer (*Journal of researches into the natural History and Geology*...). »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Billet*, Correspondant de la Section de Physique, décédé à Dijon le 27 janvier 1882.

M. le Secrétaire perpétuel se fait l'interprète des sentiments de regret qu'inspire la mort de M. Billet à tous ceux qui ont pu apprécier son caractère et sa valeur scientifique.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Sur divers problèmes du mouvement relatif.* Mémoire de M. **Ph. Gilbert**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Villarceau, d'Abbadie, Resal, C. Jordan.)

« E. Bour a établi, par d'assez longs calculs, une équation étendant aux mouvements relatifs les formules dynamiques de Lagrange, et s'en est servi pour former les équations canoniques de ces mouvements. Nous démontrons en quelques lignes cette équation, la plus commode peut-être pour l'étude des mouvements apparents, du moins lorsqu'on interprète géométriquement, comme nous l'avons fait, les quantités qui y figurent. Elle a alors l'avantage, que ce travail fait ressortir, de fournir directement, dans chaque problème, les équations du mouvement en fonction des variables les plus convenables, sans qu'on doive passer par de fastidieuses transformations de coordonnées.

» Cette méthode nous a donné immédiatement les équations de l'équilibre et du mouvement relatif d'un anneau, mobile autour d'un axe horizontal entraîné d'un mouvement uniforme autour d'un axe vertical. Les équations montrent que ce mouvement se ramène à celui *d'un point pesant sur un cercle tournant uniformément autour d'un diamètre vertical*, et, comme on ramène à ce même problème plusieurs questions importantes développées dans ce Mémoire, nous en avons donné la solution analytique complète au moyen des fonctions elliptiques.

» Nous étudions ensuite un gyroscope composé d'un disque D, auquel on a imprimé une rotation initiale, d'un anneau *intérieur* I et d'un anneau extérieur E, maintenu en rotation uniforme autour de son diamètre OZ. Il existe *une* ou *deux* positions d'équilibre relatif pour l'axe du disque, suivant la vitesse rotatoire donnée au tore. En général, l'oscillation de l'axe par rapport à OZ suivra la même loi que celle du pendule simple à plan d'oscillation tournant, dont nous avons parlé, et elle est représentée par les formules de notre premier problème. La détermination de la loi de rotation du disque se fait élégamment par les fonctions elliptiques.

» Le *polytrope* de M. Sire, destiné à imiter les effets que produit la rotation de la Terre sur les corps tournant rapidement, fournit une belle application de la méthode. Celle-ci donne les équations exactes du mouvement du tore et de ses anneaux, pour une rotation initiale quelconque du tore. Quand l'axe du tore est guidé dans un plan fixe et que la rotation initiale est faible, il existe pour l'axe une position d'équilibre stable, ne coïncidant pas avec la projection, sur le plan directeur, de l'axe du *méridien* tournant qui porte le *gyroscope*, résultat curieux que le *principe du parallélisme des axes* ne pouvait faire prévoir. Hors du cas d'équilibre, l'axe de figure suit encore les lois d'oscillation du pendule simple à plan tournant, données par nos formules.

» Appliquée à un système matériel pesant sur une planète en rotation uniforme, la méthode générale fournit les équations du mouvement sous une forme très simple, permettant de choisir immédiatement les variables les plus convenables. Quand le centre de gravité du système coïncide avec l'origine des axes mobiles, les formules se simplifient et nous fournissent toute la théorie du gyroscope de Foucault, dans les différents cas traités par les géomètres. C'est encore le mouvement d'un point pesant sur un cercle tournant autour d'un diamètre vertical qui constitue le type auquel se ramène l'oscillation de l'axe du tore, quand il y a un plan ou un cône directeur.

» Des problèmes plus neufs sont ceux où *la pesanteur concourt avec la rotation du système de comparaison pour dévier l'axe du tore*, mais les oscillations de l'axe se rattachent alors à celles d'un point pesant, mobile sur un cercle qui tourne uniformément autour d'une *sécante* verticale. L'équation de Bour donne celle du mouvement du point et ses positions d'équilibre, dont la construction se confond avec celle d'une droite passant par un point donné et ayant une longueur donnée entre deux axes. Il y a, suivant les cas, *deux* ou *quatre* solutions : donc, *une* ou *deux* positions d'équilibre stable.

» Le curieux *pendule gyroscopique* de M. Sire se prête à une étude complète et rigoureuse par cette méthode, quelles que soient la masse de la chape et la vitesse initiale du tore. Quand celle-ci n'est pas trop grande, le pendule admet *quatre* positions d'équilibre faciles à construire; l'oscillation du pendule suit d'ailleurs la même loi que celle du point pesant dont nous venons de parler.

» On n'a guère étudié jusqu'ici, dans les mouvements apparents à la surface de la Terre, les cas où le centre de gravité du gyroscope ne serait pas

fixé : le *tore-pendule* de M. Sire donne lieu à une étude de ce genre, et nous montrons que, l'axe de suspension étant horizontal et fixe, dans l'équilibre stable, le pendule s'écartera faiblement de la verticale dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens de la rotation initiale du tore. L'inertie d'un tel système autour de l'axe de suspension exigerait que l'on donnât des vitesses énormes au tore pour obtenir un signe sensible de la rotation de la Terre, mais on peut concevoir un appareil mieux approprié et dont la théorie est d'ailleurs intéressante au point de vue mécanique. Concevons, sur la planète en rotation uniforme, un tore D monté dans une chape mobile autour d'un axe horizontal *ab* passant par le centre de gravité du tore et perpendiculaire à son axe. La chape porte, sur le prolongement inférieur de l'axe du tore, une aiguille, sur laquelle on place un petit poids curseur μ, qui, *lorsque le tore est au repos*, assure à l'aiguille et à l'axe du tore une position verticale d'équilibre stable. Le tore ayant reçu une rotation très rapide, il résulte des formules auxquelles nous a conduit notre équation : 1° que, pour que la chape soit en équilibre stable, l'aiguille doit faire avec la verticale un angle E donné par l'équation

$$\operatorname{tang} E = \frac{C\omega n \cos L \cos\alpha}{g\mu\delta - C\omega n \sin L},$$

C étant le moment d'inertie *axial* du tore, ω la vitesse rotatoire de la planète, n celle du tore au lancement, L la latitude du lieu, α l'angle du plan d'oscillation avec le méridien. Donc, c'est dans le plan méridien que l'angle E aura sa plus grande valeur, et *l'aiguille se portera vers le nord ou vers le sud, selon que le tore tournera de gauche à droite ou de droite à gauche, vu du dessus*, la déviation étant plus grande dans le premier cas. Si $\delta = 0$, on retombe sur l'expérience de Foucault. Dans le premier vertical, $\cos\alpha$ est nul; quelle que soit donc la vitesse initiale n, l'aiguille doit rester verticale dans sa position d'équilibre. L'appareil fournit ainsi plusieurs moyens de contrôle. Construit avec beaucoup de soin et d'intelligence, ce *barogyroscope* nous a donné des résultats nettement conformes à la théorie.

» 2° Si l'aiguille n'est pas dans une position d'équilibre, ses oscillations suivront encore la loi du pendule dont le plan tourne autour d'une droite verticale. Sur la Terre, où l'on peut négliger les quantités de l'ordre de ω^2, on aura un simple mouvement pendulaire ordinaire, dont la durée d'oscillation dépend des données ci-dessus, et aussi de l'inertie du système par rapport à l'axe *ab*. Nos formules donnent toutes les indications pour assurer à l'appareil les formes et les dimensions les plus convenables.

« On peut aussi associer deux tores dans une même chape, et obtenir ainsi certains avantages indiqués dans notre Mémoire.

» Nous avons enfin appliqué notre méthode à une expérience de Foucault, publiée pour la première fois dans le Volume de ses Œuvres, et relative à la position d'équilibre d'une toupie ordinaire influencée par la rotation terrestre. Cette étude nous a conduit à divers résultats intéressants. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la crise hématique, dans les maladies aiguës à défervescence brusque.* Note de M. G. HAYEM.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Wurtz, Vulpian, Robin, Marey.)

« La fin des maladies aiguës s'accompagne d'une modification subite et profonde dans la constitution anatomique du sang. Ce phénomène présente, par sa constance, par l'époque de son apparition, par son intensité, par sa durée éphémère, les caractères d'une véritable *crise*.

» Il existe donc, en même temps que la crise thermique, la crise urinaire, une *crise hématique*, dans le sens moderne qu'on doit attacher au mot *crise*.

» Dans cette première Communication, nous ne comprendrons que les faits relatifs aux maladies aiguës à défervescence brusque, sans complication et terminées par la guérison. D'autre part, comme l'examen du sang révèle, même lorsqu'il est pratiqué uniquement à l'aide des procédés anatomiques, deux ordres d'altérations, celles qui portent sur la proportion des éléments et celles qui en atteignent la qualité, nous simplifierons encore cette étude en tenant compte presque exclusivement des fluctuations dans le nombre des éléments. Nous ne ferons intervenir, parmi les altérations qualitatives, que les fluctuations dans le contenu des globules en hémoglobine.

» La crise hématique est caractérisée essentiellement par une accumulation passagère d'hématoblastes dans le sang.

» A l'état normal, on compte en moyenne un hématoblaste contre vingt globules rouges. Tant que le sang évolue normalement, cette proportion reste à peu près constante. Dans le cours des maladies aiguës, le nombre des hématoblastes devenant relativement plus grand, elle s'abaisse sensiblement, Elle est alors représentée par des chiffres qui varient entre 18 et 12.

» Puis tout à coup, à un certain moment, le nombre des hématoblastes

augmente rapidement, tandis que celui des hématies reste à peu près invariable. En quarante-huit heures, le chiffre des hématoblastes est doublé; mais, vingt-quatre heures plus tard, il a déjà beaucoup diminué, et il ne tarde pas à revenir d'une manière définitive à son point de départ. Il en résulte que, lorsqu'on représente les fluctuations dans le nombre des éléments du sang sous une forme graphique, la courbe des hématoblastes prend l'apparence d'un pic à sommet très aigu.

» La crise hématique ne fait jamais défaut; elle est, de plus, si régulière dans son évolution qu'elle peut être mise à cet égard en parallèle avec la crise thermique.

» Nous insisterons sur deux points principaux :

» 1° La crise hématique débute vers la fin de la maladie, en général, au moment où la température fléchit; elle atteint presque toujours très exactement son fastigium le jour où la température redevient pour la première fois physiologique, c'est-à-dire dès que la défervescence est complète.

» Dans les fièvres éruptives, telles que la scarlatine et la rougeole, lorsque, après la défervescence qui suit la période d'éruption, les malades conservent une température fébrile, la crise hématique atteint son acmé à la fin de la défervescence relative qui suit l'éruption.

» 2° Quels que soient le nombre initial des hématoblastes et celui des globules rouges, le rapport anormal constaté entre ces éléments à l'époque de la plus forte accumulation des hématoblastes est représenté presque toujours par le même chiffre.

» Il est en moyenne de sept, et il n'oscille que dans d'étroites limites, comprises entre huit et six.

» Ces modifications quantitatives dans la constitution du sang, observées pendant le cours de la défervescence critique, ont une signification précise.

» En nous appuyant sur nos recherches antérieures, nous en proposerons l'interprétation suivante :

» Pendant le cours des maladies aiguës, la rénovation sanguine est entravée; elle est, en tout cas, moins active qu'à l'état sain. Mais, au moment où le cycle morbide arrive à son terme, il se fait un effort de réparation qui débute par une production abondante de globules rouges nouveaux, c'est-à-dire d'hématoblastes.

» Bientôt ces éléments, encore imparfaitement développés, se transforment en hématies, et la proportion entre les hématoblastes et les globules

rouges redevient progressivement normale. Ce n'est toutefois qu'au bout d'un temps relativement assez long, alors que les malades sont en pleine convalescence, que l'équilibre sanguin se rétablit complètement.

» Dans toutes nos observations, deux faits très importants confirment cette interprétation. Ils nous sont révélés par l'étude des fluctuations dans le nombre des hématies d'une part, et de l'autre par celle des modifications de la richesse de ces éléments en matière colorante.

» En effet, l'augmentation dans le nombre des hématoblastes est suivie, comme après les pertes de sang, d'une multiplication notable des globules rouges.

» Ceux-ci atteignent, en général, leur minimum au début de la crise hématique, au moment où les hématoblastes commencent à s'accumuler dans le sang; puis ils se multiplient progressivement pendant le cours même de la crise et surtout au fur et à mesure que les hématoblastes retombent à leur chiffre initial.

» Mais ces globules rouges de nouvelle formation sont moins riches en hémoglobine que les hématies normales et adultes. Aussi la valeur globulaire, peu influencée pendant le cours de la maladie, diminue-t-elle assez brusquement d'une manière notable sous l'influence de la néoformation d'éléments qui restent pendant un certain temps incomplètement développés.

» Le sang présente alors les caractères de l'anémie légère ou de moyenne intensité, et il les conserve pendant toute la durée de la convalescence.

» La crise hématique est donc, en définitive, un fait d'évolution; elle représente l'effort de réparation sanguine qui survient à la fin des maladies aiguës. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires binômes à coefficients algébriques.* Mémoire de M. APPELL, présenté par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je m'occupe d'abord des équations différentielles linéaires du second ordre de la forme

$$\frac{d^2z}{dx^2} - \psi(x, y).z = 0, \tag{1}$$

où $\psi(x,y)$ est une fonction rationnelle des variables x et y, la variable y étant liée à x par une équation algébrique $F(x,y)=0$, de degré m et de genre p. J'indique le moyen de reconnaître si une équation telle que (1) admet une intégrale de la forme

$$(2) \qquad z = e^{\int \varphi(x,y)\,dx},$$

où $\varphi(x,y)$ est une fonction rationnelle de x et y, et de trouver cette intégrale si elle existe. Je suis ainsi conduit à l'intégration d'une classe étendue d'équations différentielles linéaires qui comprend, comme cas particuliers, certaines équations du second ordre considérées par M. Fuchs (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3[e] série, t. IV, p. 136). La méthode employée repose sur la décomposition d'une fonction rationnelle de x et y en éléments simples, d'après la formule donnée par Roch (*Journal de Crelle*, t. 84; Lettre de M. Lindemann à M. Hermite).

» Lorsque $p=0$, l'équation (1) se ramène facilement à une équation à coefficients rationnels de la même forme

$$(3) \qquad \frac{d^2 z}{dt^2} = f(t).z,$$

$f(t)$ étant rationnel en t, et, si l'équation (1) admet une intégrale de la forme (2), l'équation (3) admet une intégrale de la forme

$$(4) \qquad z = e^{\int \varpi(t)\,dt},$$

$\varpi(t)$ étant rationnel en t; et réciproquement.

» Lorsque $p=1$, l'équation (1) se ramène de la même façon à une équation à coefficients uniformes doublement périodiques de la forme

$$(5) \qquad \frac{d^2 z}{dt^2} = \Phi(t).z,$$

où $\Phi(t)$ est une fonction doublement périodique de t; si l'équation (1) admet une intégrale de la forme (2), l'équation (5) admet une intégrale de la forme suivante,

$$(6) \qquad z = e^{\int \pi(t)\,dt},$$

$\pi(t)$ désignant une fonction doublement périodique de t aux mêmes périodes que $\Phi(t)$; et réciproquement.

» Je traite directement ces deux cas de $p=0$, $p=1$, en supposant les équations différentielles sous les formes (3) ou (5). Dans le cas de $p=1$,

j'arrive ainsi à intégrer une classe nouvelle d'équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients doublement périodiques, dans des cas où l'intégrale générale peut ne pas être uniforme et admettre des points singuliers essentiels. Dans cette classe d'équations rentre un cas particulier de l'équation de Lamé, que j'ai pris comme exemple de l'application d'une autre méthode (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1005). Je saisis cette occasion de faire remarquer que ce cas particulier de l'équation de Lamé avait été, à mon insu, considéré par M. Brioschi dans ses recherches si intéressantes sur les équations différentielles linéaires (voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 313, t. XCI, p. 317 et 807, et t. XCII, p. 325).

» La méthode suivie à l'égard des équations (1), (3) et (5) s'applique aussi à des équations plus générales de la forme

$$(7)\qquad \frac{d^k z}{dx^k} = \psi(x, y).z,$$

$$(8)\qquad \frac{d^k z}{dt^k} = f(t).z,$$

$$(9)\qquad \frac{d^k z}{dt^k} = \Phi(t).z,$$

où les symboles $\psi(x, y)$, $f(t)$, $\Phi(t)$ ont les mêmes significations que précédemment. Cette méthode permet encore de voir si des équations de l'une des formes (7), (8) ou (9) admettent respectivement des intégrales de la forme (2), (4) ou (6) et de trouver ces intégrales si elles existent.

» Je termine le Mémoire par la remarque générale suivante sur les équations différentielles linéaires à coefficients algébriques.

» Soit

$$(10)\qquad \frac{d^n z}{dx^n} + \varphi_1(x, y)\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \varphi_2(x, y)\frac{d^{n-2} z}{dx^{n-2}} + \ldots + \varphi_n(x, y)z = 0$$

une équation différentielle linéaire dont les coefficients $\varphi_i(x, y)$ sont des fonctions rationnelles de x et y, la variable y étant liée à x par une équation algébrique $F(x, y) = 0$ de genre p. Si $p = 0$ ou $p = 1$, on peut, comme il est connu, ramener l'équation (10) à une autre équation linéaire dont les coefficients sont des fonctions uniformes de la variable indépendante, rationnelles dans le premier cas, doublement périodiques dans le second. Si le genre p est plus grand que l'unité, on peut ramener l'intégration de l'équation différentielle (10) à celle d'un système de p équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles dont les coefficients sont des fonctions uniformes de p variables indépendantes à

$2p$ groupes de périodes conjuguées. On pourra appliquer à ce système les considérations que nous avons développées, M. Picard et moi, dans une Note présentée à l'Académie (voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 692). »

M. l'abbé **Moigno** soumet au jugement de l'Académie une « Vidangeuse automatique », imaginée par M. *L. Mouras*.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le premier Volume des « Leçons sur l'électricité et le magnétisme », par MM. *Mascart et Joubert*.

ASTRONOMIE. — *Sur le caractère oscillatoire de la cause qui détermine la distribution variable des taches à la surface du Soleil.* Note de M. **Spœrer**, présentée et annotée par M. Faye.

En présentant cette Note à l'Académie, M. Faye s'exprime comme il suit :

« M. Spœrer m'a chargé de présenter à l'Académie le résultat de ses récents travaux sur la singulière loi de distribution des taches à la surface du Soleil. On savait depuis longtemps que les taches ne paraissent guère sur la zone équatoriale. Quand il s'en produit là, elles ne durent pas. De même on en voit bien rarement de 40° à 51° de latitude héliographique, et elles n'y sont pas non plus de longue durée. Au delà, c'est-à-dire de 51° jusqu'aux pôles, on n'en voit jamais. C'est de 6° à 35° que se concentre sur les deux hémisphères ce genre d'activité. Mais ce qu'on ne savait pas avant M. Carrington et surtout avant les travaux récents de M. Spœrer, c'est que cette activité se promène depuis les parallèles de 35°, qu'elle avance vers l'équateur en augmentant de manière à obtenir un maximum à 18°. Elle avance toujours, mais en diminuant, vers 5° ou 6°, et là elle s'épuise et disparaît. En même temps, elle renaît, elle reprend peu à peu, mais en se transportant subitement de 5° à 35° pour suivre, dans une nouvelle période, à partir de 35°, la marche que nous venons de décrire.

» Voici le Tableau dressé par M. Spœrer sur les observations de Carrington, de Heis et les siennes propres :

Distribution héliographique des taches.

Dates.	Hémisphère nord. Fréquence.	Hémisphère nord. Latitude hélioc.	Hémisphère sud. Fréquence.	Hémisphère sud. Latitude hélioc.	Les deux hémisphères. Fréquence.	Les deux hémisphères. Latitude hélioc.	Phases.	Observateurs.
1854..	138	10°,3	90	9°,6	228	9°,9		Carrington.
1855..	46	7,2	48	8,6	94	7,8		»
1856..	21	8,3	67	9,0	30	8,5	1856,2 max.	»
	3	31,7	32	28,7	35	29,0		»
1857..	9	3,4	»	»	»	»		»
	144	23,6	157	24,4	301	23,9		»
1858..	236	20,7	526	20,6	762	20,6		»
1859..	482	[illegible]	487	[illegible]	969	[illegible]		»
1860..	712	17,8	695	16,8	1407	17,3	1860,2 max.	»
1861..	622	14,2	563	14,5	1185	14,3		Heis et Spœrer.
1862..	373	12,7	400	12,0	773	12,3		»
1863..	306	10,8	262	10,4	568	10,6		»
1864..	283	11,1	244	10,2	527	10,7		»
1865..	200	9,3	172	10,2	372	9,7		»
1866..	101	9,4	83	8,4	184	8,9		»
1867..	43	8,0	8	7,4	51	7,9	1867,2 min.	»
	13	26,8	52	22,9	65	23,7		»
1868..	178	24,9	278	25,8	456	23,0		Spœrer.
1869..	428	21,7	479	21,6	907	21,6		»
1870..	738	17,0	765	18,9	1503	17,9	1870,9 max.	»
1871..	545	17,8	605	14,8	1150	16,2		»
1872..	523	16,0	618	13,2	1141	14,5		»
1873..	330	13,3	415	11,2	745	12,0		»
1874..	249	11,0	246	11,2	495	11,1		»
1875..	108	11,3	85	10,4	193	10,9		»
1876..	44	10,3	81	10,0	125	10,1		»
1877..	48	8,3	66	9,7	114	9,1		»
	4	29,4	»	»	4	29,4		»
1878..	30	7,8	10	7,9	40	7,6	1878? min.	»
	1	34,4	1	20,2	2	27,3		»
1879..	11	8,3	3	6,1	14	7,8		»
	23	24,5	37	21,9	60	22,5		»
1880..	218	20,0	156	20,3	374	20,1		»
1881..	318	18,0	252	19,9	570	18,8		»

» Je ne saurais mieux faire, pour caractériser cet étonnant phénomène, que de transcrire ici les propres termes de M. Spœrer :

« La cause inconnue qui fait apparaître les taches est poussée lentement

» vers l'équateur sur les deux hémisphères; alors elle cesse, et on a le mi- » nimum des taches. Mais en même temps une *nouvelle* cause fait ap- » paraître quelques taches dans les latitudes élevées, et cette nouvelle » cause se renforce, s'approche aux latitudes inférieures, et va cesser à » son tour vers l'équateur.

» Frappé de la régularité de ce phénomène, M. Spœrer a essayé de le représenter par une formule empirique. Il y a réussi à son entière satisfac-

d'assez légers changements. Mais, à la troisième, celle qui se déroule actuellement, la formule ne s'applique plus aussi bien, et le phénomène paraît au fond être plus compliqué qu'il ne l'avait cru d'abord.

Quoi qu'il en soit de ce détail, M. Spœrer appelle aussi l'attention de l'Académie sur la prépondérance que les deux hémisphères prennent alternativement dans la production des taches. Celle du nord était marquée en 1858-1859. Elle a passé au sud en 1868-1869. Depuis elle est revenue au nord. Mais ces phénomènes sont bien moins accusés que les précédents, et finalement il paraît que l'action des deux hémisphères tend à s'égaliser d'une manière ou d'une autre, car, sur l'espace de temps de 1854 à 1881, je ne trouve plus qu'un excès de 3 pour 100 en faveur du sud.

» L'Académie me permettra d'indiquer le vif intérêt qui s'attache au travail de M. Spœrer. Si les phénomènes superficiels, taches, pores, facules, protubérances lumineuses dépendent, comme je crois l'avoir démontré,

CALCUL INTÉGRAL. — *Sur les intégrales asymptotes des équations différentielles.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Parmi les intégrales d'une équation différentielle $x' = f(t, x)$, il y a lieu de considérer spécialement celles que j'ai appelées *asymptotes*, ou qui sont telles, que, pour une valeur donnée quelconque de t et pour toutes les valeurs, ou plus grandes, ou plus petites, la fonction x y diffère *aussi peu qu'on veut* de ce qu'elle est dans d'autres intégrales, *très distinctes* pourtant de celle-là, c'est-à-dire s'en écartant notablement pour les valeurs de t qui sont, au contraire, ou plus petites ou plus grandes que la valeur donnée. L'intégrale asymptote jalonne donc, sur tout son parcours, soit un lieu de réunion des intégrales particulières, qui viennent, les unes après les autres, converger dans son voisinage sous la forme d'un faisceau étroit, soit, au contraire, un lieu de bifurcation ou de séparation des intégrales particulières, qui en divergent successivement : elle diffère de la solution singulière en ce que son raccordement avec les intégrales ordinaires ne se complète, en toute rigueur, que pour $t = +\infty$ ou $-\infty$, non à des distances ou à des instants précis t; et elle se distingue des intégrales ordinaires en ce que, pour la valeur donnée de t, elle présente des écarts inférieurs à toute quantité assignable avec des intégrales particulières qui s'en sont trouvées ou qui en seront sensiblement distantes, tandis que, pour la même valeur de t, l'écart de chaque intégrale non-asymptote d'avec toute autre solution qui en a été ou qui en sera notablement distante ne descend pas au-dessous d'une certaine limite différente de zéro. Bref, la solution asymptote constitue le *noyau*, ou mieux, l'*axe d'un faisceau* d'intégrales, sa partie infiniment serrée, qui, comprenant les intégrales réunies depuis l'infini ou destinées à ne se séparer qu'à l'infini, est absolument sans largeur : au contraire, les intégrales ordinaires voisines ne se rattachent au faisceau que d'une manière moins étroite, si ce n'est à l'infini, et elles ne le suivent de près que sur une partie de son parcours.

» Soit, par exemple, l'équation $x' = 1 - x^2$. Son intégrale générale, entre les limites $x = \mp 1$, est $x = \text{tanghyp.}(t - c)$, où il faut donner à c des valeurs équidistantes, si l'on veut avoir des solutions dont chacune diffère également de la précédente sur l'ensemble de son parcours. Pour une certaine valeur de t, la différence entre les deux expressions de x qui correspondront à deux valeurs consécutives c, c_1 de la constante égalera le quotient de $\text{sinhyp.}(c - c_1)$ par $\text{coshyp.}(t - c)\,\text{coshyp.}(t - c_1)$, quotient

qui s'annule seulement quand $c = \pm \infty$, ou quand $x = \mp 1$. Donc, les deux intégrales extrêmes $x = \mp 1$ sont asymptotes, à l'exclusion de toutes les autres.

» En général, représentons par $\varphi(t, x) = c$ l'intégrale de l'équation proposée, et supposons le paramètre c assez bien choisi pour que deux solutions particulières différant notablement quelque part (ne fût-ce même que pour de très grandes valeurs absolues de t) correspondent toujours à deux valeurs, notablement différentes aussi, de ce paramètre c. Il est clair que, pour une valeur donnée quelconque de t, c change alors infiniment vite à l'instant où, x variant, on traverse l'axe d'un faisceau d'intégrales : ce qui revient à dire que la dérivée de φ par rapport à x, ou le facteur d'intégrabilité de l'équation différentielle, est infini sur tout le parcours d'un axe pareil. Ainsi, *les intégrales asymptotes s'obtiendront en égalant à l'infini le facteur d'intégrabilité*, procédé qui donne déjà, comme on sait, les solutions singulières, lieux des valeurs de x pour lesquelles, des intégrales voisines se joignant, l'écart dx de celles-ci est infiniment moindre que partout ailleurs, ou infiniment moindre que n'est le changement correspondant dc du paramètre. Et la même règle s'étendra à un système quelconque d'équations simultanées (qu'on peut concevoir ramené au premier ordre); car, si $\varphi(t, x, y, z) = c$ désigne une intégrale générale d'un pareil système, aucune des fonctions de t appelées x, y, z ne pourra, en changeant aussi peu qu'on le voudra, entraîner une variation notable de c, que dans le cas où la dérivée correspondante (facteur d'intégrabilité) de φ en x, y ou z dépassera toute grandeur finie.

» Quoique ce procédé implique l'hypothèse de facteurs d'intégrabilité n'introduisant, par l'intégration, que des constantes sensiblement variables lors du passage d'une intégrale à une autre qui ne s'en écarte beaucoup que pour de très grandes valeurs absolues de t, néanmoins, il m'a conduit à toutes les solutions asymptotes des équations différentielles que j'ai eu à considérer dans un Mémoire de 1877, imprimé au *Recueil de la Société des Sciences de Lille* (t. VI, 1879, p. 69 à 77 et 88 à 98); et M. Poincaré a reconnu qu'il fournit aussi celles d'autres équations différentielles, étudiées par ce jeune et déjà éminent analyste. On pourra donc s'en servir, sous la réserve indiquée (et sauf à exclure par une discussion spéciale les solutions étrangères qu'il lui arriverait parfois de donner), en attendant que l'on découvre, si la chose est possible, une règle générale tout à fait sûre pour atteindre le même but.

» Quand il s'agit d'équations linéaires, aucune intégrale n'est asymptote

plutôt qu'une autre quelconque. En effet, les fonctions x, y, z sont alors du premier degré par rapport aux constantes c, et elles éprouvent, pour des accroissements déterminés de ces constantes, les mêmes variations, quelle que soit l'intégrale particulière d'où l'on part; en sorte que diverses valeurs de x, y, z, équidistantes pour une valeur de t, ne cessent à aucun instant de l'être, toutes s'écartant à la fois les unes des autres ou se rapprochant à la fois. Ainsi, *les équations linéaires n'admettent pas plus d'intégrales asymptotes distinctes que de solutions singulières.* Mais toutes les intégrales peuvent y être dites asymptotes, quand elles se rapprochent indéfiniment pour $t = +\infty$ ou $-\infty$, et que, pour d'autres valeurs de t, elles divergent, au contraire, au point que les plus rapprochées partout ailleurs s'y écartent autant qu'on veut et en comprennent par suite, entre elles, une infinité d'autres s'écartant aussi indéfiniment. C'est ce qui arrive, par exemple, pour les équations $x' + \frac{x}{t} = 0$, $x' + x = 0$, dont les intégrales, $x = \frac{c}{t}$, $x = ce^{-t}$, convergent vers $x = 0$ pour $t = \infty$, et divergent infiniment soit pour $t = 0$, soit pour $t = -\infty$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la génération des surfaces et des courbes à double courbure de tous les degrés.* Note de M. **Math. N. Vanecek**, présentée par M. de la Gournerie.

« Soient a, b, c, d les sommets d'un quadrilatère gauche. Un plan quelconque P coupe les côtés ab, bc, cd, da respectivement en des points A, B, C, D. On sait que les quatre plans abC, bcD, cdA, daB passent par un point commun p, qui est le point de rencontre des droites AC, BD et qui se trouve alors dans le plan P. Nous admettrons, dans toute cette Note, que cette relation existe entre le point p et le plan P.

» Pour obtenir des théorèmes généraux, nous avons besoin des deux cas particuliers suivants :

» I. Quand ce plan P enveloppe une surface conique (P) de classe n ayant son sommet au point C_1 du côté cd, le point p parcourt dans le plan abC_1 une courbe plane (p) d'ordre $2n$. Les points a, b, C_1 sont les points multiples d'ordre n de la courbe (p).

» II. Quand le point p parcourt dans un plan abC_1 une courbe plane quelconque (p) d'ordre n, le plan P enveloppe une surface conique (P) de classe $2n$, dont le sommet est le point C_1 du côté cd. Les plans bcd, cda, abC_1 sont les plans multiples d'ordre n de la surface conique (P).

» A l'aide de ces théorèmes I et II nous obtiendrons les théorèmes suivants :

» III. Quand le plan P enveloppe une surface (P) de classe n, le point p remplit une surface (p) d'ordre $3n$. Toutes les arêtes du tétraèdre $abcd$ sont les multiples arêtes d'ordre n de la surface (p), dont elles sont les arêtes imaginaires, quand les plans tangents à la surface (P) passant par ces arêtes sont imaginaires.

» Quand la surface (P) est tangente à une face du tétraèdre $abcd$, la surface (p) coupe aussi ce plan suivant une conique à laquelle appartiennent les trois sommets qui sont dans ce plan. Mais les arêtes qui sont dans ce plan se simplifient de manière que l'ordre de la surface (p) diminue.

» Quand la surface (P) est tangente à une, deux, trois ou quatre faces du tétraèdre $abcd$, la surface (p) est respectivement de l'ordre $3n-1$, $3n-2$, $3n-3$, $3n-4$.

» IV. Quand le point p remplit une surface (p) d'ordre n, le plan P enveloppe une surface (P) de classe $3n$. Toutes les arêtes du tétraèdre $abcd$ sont les multiples arêtes d'ordre n de la surface (P), lesquelles peuvent être imaginaires quand elles rencontrent la surface (p) aux points imaginaires.

» Si la surface (p) passait par quelques-uns des sommets du quadrilatère $abcd$, on obtiendrait, d'une manière analogue à celle du théorème III, la surface (P) de classe $3n-1$, $3n-2$, $3n-3$, $3n-4$.

» V. Quand le plan P enveloppe une surface réglée développable (P) de classe n, le point p engendre une courbe à double courbure (p) d'ordre $3n$. Les points a, b, c, d sont les multiples points d'ordre n de la courbe (p), qui sont imaginaires lorsque les plans tangents à la surface (P) passant par ces points sont imaginaires.

» Quand la surface (P) est tangente à une, deux, trois ou quatre faces du tétraèdre $abcd$, la courbe (p) est respectivement de l'ordre $3n-2$, $3n-4$, $3n-6$, $3n-8$, mais les points a, b, c, d sont plus simples que dans le cas général.

» VI. Quand le point p parcourt une courbe à double courbure (p) d'ordre n, le plan P enveloppe une surface réglée développable (P) de classe $3n$; les faces du tétraèdre $abcd$ sont les multiples plans d'ordre n de la surface (P), et ces plans peuvent être aussi imaginaires.

» Dans les cas particuliers où la courbe (p) passe par un, deux, trois ou quatre sommets du quadrilatère $abcd$, on obtient la surface réglée développable (P) qui est respectivement de la classe $3n-2$, $3n-4$, $3n-6$, $3n-8$.

» Quand on substitue à n tous les nombres 1, 2, 3, ..., on obtient des surfaces et des courbes à double courbure de tous les degrés. »

CHIMIE. — *Sur la combinaison de l'acide carbonique et de l'eau.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Je demande à l'Académie la permission de décrire un phénomène que j'ai observé en étudiant la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau sous de hautes pressions.

» Si l'on comprime suffisamment du gaz carbonique au contact de l'eau, dans un espace maintenu à zéro, la partie non absorbée de l'acide carbonique se liquéfie, et l'on obtient deux liquides séparés très distinctement l'un de l'autre. L'eau, plus ou moins saturée au-dessous, et l'acide carbonique liquide, plus léger, au-dessus.

» La pression diminuant lentement, l'acide carbonique se volatilise et tout revient à l'état primitif. Mais si nous comprimons l'acide carbonique presque au point de liquéfaction et si nous détendons alors un peu le gaz, de manière à produire une trace de matière solide, soit dans l'eau, soit sur les parois du tube, on remarque le phénomène suivant.

» Chaque fois que, tout en augmentant la pression dans l'appareil, on passe par une pression strictement déterminée (que j'appellerai pression *critique* du phénomène), le tube se couvre d'un givre opaque. Chaque fois que, tout en diminuant la pression, on passe par le même point critique, le givre disparaît.

» Ce point critique, à la température de zéro, se trouve à la pression de $12^{atm},3$. On peut reproduire ce phénomène autant de fois que l'on veut, si l'on prend la précaution de ne pas trop diminuer la pression et, par suite, de ne pas laisser disparaître complètement le corps solide. Si la pression reste plus forte que le nombre indiqué, on pourra conserver le corps solide aussi longtemps que l'on voudra.

» Ce n'est pas seulement à 0° que ce phénomène se produit. On le produit de la même manière à des températures supérieures : la pression critique alors change de valeur et augmente avec la température.

» Elle est (¹) :

	o	atm
A	0,48	12,7
	2, 7	16,7
	3, 6	17,9
	5, 3	21,8
	6, 1	23,3
	6, 8	26,1

(¹) Ces nombres sont les moyennes des pressions sous lesquelles le givre commence à disparaître et à se former.

» En expérimentant avec l'eau et l'air, on n'obtient aucun résultat semblable. A zéro, avec la plus forte détente que puisse subir l'appareil dont je me sers, on voit se former dans l'eau un peu de glace qui fond aussitôt sans produire de givre.

» L'explication du phénomène que je viens de décrire me paraît impliquer, d'une manière nécessaire, l'existence d'un hydrate de l'acide carbonique, facilement dissociable et susceptible de se former par pression comme le chlorhydrate de phosphure d'hydrogène de M. Ogier.

» La pression critique du phénomène, celle qu'il faut atteindre pour le produire, et au-dessous de laquelle il disparaît, serait la tension de dissociation de l'hydrate formé.

» Comme la proportion d'eau et d'acide ne semble pas avoir d'influence sur la valeur de la tension critique, il est très probable, d'après les recherches de M. Debray sur la tension des divers hydrates d'un même sel, qu'il n'y a qu'un seul hydrate de cet acide. Probablement, cet hydrate contient volumes égaux de gaz carbonique et de vapeur d'eau, mais c'est un point qui n'a pas encore été directement établi.

» Il est probable également que l'acide carbonique hydraté éprouve un phénomène de surfusion, puisque, pour produire facilement sa cristallisation, il faut, comme dans les phénomènes observés par M. Gernez, mettre ce corps en présence d'une partie de matière déjà cristallisée. C'est à produire cet effet que sert la détente du gaz qui détermine un abaissement local de température.

» Je poursuis actuellement ces recherches au laboratoire de l'École Normale, où j'ai reçu une bienveillante hospitalité, et les conseils éclairés de MM. Debray et Gernez. »

CHIMIE. — *Acide silicomolybdique.* Note de M. F. **Parmentier**, présentée par M. Debray.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1234), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de premières recherches sur les silicomolybdates.

» Depuis cette époque, j'ai continué l'étude de ces combinaisons, et j'ai pu isoler l'acide, parfaitement cristallisé.

» J'ai obtenu l'acide silicomolybdique en traitant le silicomolybdate de sous-oxyde de mercure par l'acide chlorhydrique. L'acide mis en liberté donne, par évaporation, des cristaux jaunes transparents, remarquables

par leur éclat et leur grosseur. Ce sont des cubo-octaèdres. Les angles mesurés répondent aux angles calculés. La lumière polarisée n'a pas sur eux d'action. Ils fondent vers 45° dans leur eau de cristallisation et se décomposent au-dessous de 100°. Ils sont très solubles dans l'eau et les acides étendus, et forment avec les bases des sels cristallisables. Les carbonates alcalins et l'ammoniaque en excès les décomposent avec précipitation de silice.

» L'acide silicomolybdique, par sa couleur, sa forme cristalline, le mode de préparation de quelques-unes de ses combinaisons salines ([1]), présente des analogies avec l'acide phosphomolybdique, isolé et étudié autrefois par M. Debray. Il importe donc de bien caractériser les analogies et les différences des deux acides.

» Leur mode de préparation n'est pas le même. L'acide phosphomolybdique se prépare très facilement en attaquant par l'eau régale le phosphomolybdate d'ammoniaque. L'acide silicomolybdique ne peut être obtenu par ce procédé; l'eau régale décompose le silicomolybdate d'ammoniaque et en sépare la silice. Il m'a donc fallu recourir à un autre procédé, pour isoler cet acide. De plus, l'acide phosphomolybdique est très stable, et peut être obtenu cristallisé, sans grandes précautions, par l'évaporation de sa dissolution. L'acide silicomolybdique est moins stable. Il serait trop long de détailler ici toutes les difficultés que l'on rencontre pour l'obtenir cristallisé.

» Les deux acides donnent des précipités dans les sels de thallium, de sous-oxyde de mercure, et dans l'azotate d'argent en dissolution concentrée. Ils précipitent également les alcaloïdes (morphine, quinine, cinchonine, etc.), les ammoniaques composées (aniline, rosaniline, naphtylamine, éthylamines, etc.).

» Les sels correspondants de lithine et de soude sont solubles.

» Les oxydes de rubidium et de cœsium sont précipités par les deux acides.

» Le phosphomolybdate d'ammoniaque est insoluble. L'acide silicomolybdique ne donne de précipité qu'en dissolution concentrée dans les sels ammoniacaux.

([1]) Quand on attaque par l'acide azotique les phosphates naturels contenant de la silice, et qu'on n'a pas soin d'évaporer à siccité pour rendre la silice insoluble, on obtient, en précipitant la liqueur par le molybdate acide d'ammoniaque, du phosphomolybdate mélangé de silicomolybdate d'ammoniaque, et le dosage de l'acide phosphorique par ce procédé est entaché d'erreur.

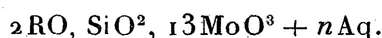
» L'acide phosphomolybdique donne, avec la potasse, un composé insoluble. L'acide silicomolybdique, au contraire, ne donne aucun précipité, même avec les solutions concentrées des sels de potasse. Ce dernier caractère différencie le plus nettement les deux acides.

» Il convient d'insister particulièrement sur l'action de l'acide silicomolybdique sur les sels de cœsium et de rubidium. On sait les difficultés qu'on éprouve à caractériser, par une réaction chimique, les sels de cœsium et de rubidium quand ils sont en présence de la potasse, comme cela a lieu presque toujours.

» Les silicomolybdates de cœsium et de rubidium étant peu solubles, on peut reconnaître ces deux corps avec l'acide silicomolybdique, quand ils sont mélangés, même en petite quantité, avec les autres bases alcalines. De plus, le sel de rubidium étant soluble, quoique faiblement, on peut le séparer du sel de cœsium, dont le silicomolybdate paraît totalement insoluble à froid et en présence des acides.

» Jusqu'ici le réactif le plus sensible du cœsium était le bichlorure d'étain, qui forme, avec le chlorure de cœsium, un chlorure double; l'acide silicomolybdique paraît plus sensible encore. Il transforme, en effet, le chlorure double d'étain et de cœsium en silicomolybdate de cœsium.

» D'après mes premières analyses, faites sur les silicomolybdates, j'ai cru devoir, quoique sous toute réserve, leur assigner pour formule la plus probable :



$$2RO, SiO^2, 13MoO^3 + nAq.$$

» Les résultats concordants obtenus par un nouveau procédé de dosage, plus exact, de la silice, appliqué aux sels et à l'acide lui-même, me conduisent à adopter pour l'acide silicomolybdique la formule



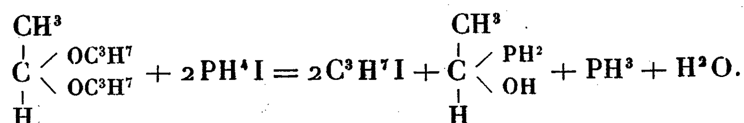
$$SiO^2, 12MoO^3 + 26HO,$$

formule qui correspond à l'acide silicotungstique de M. Marignac. »

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons des aldéhydes avec l'iodure de phosphonium.* Note de M. J. DE GIRARD, présentée par M. Wurtz.

« En poursuivant l'étude des nouveaux acétals que j'ai obtenus l'an dernier, j'ai été conduit à essayer l'action de l'iodure de phosphonium sur

ces corps, espérant réaliser l'équation suivante :



$$\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle H}{C}} \begin{cases} OC^3H^7 \\ OC^3H^7 \end{cases} + 2PH^4I = 2C^3H^7I + \overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle H}{C}} \begin{cases} PH^2 \\ OH \end{cases} + PH^3 + H^2O.$$

» J'ai versé 5gr d'acétal propylique sur 10gr d'iodure de phosphonium bien cristallisé. Il se dégage à froid un peu d'hydrogène phosphoré. La réaction devient très vive à 50°, et le dégagement abondant. J'ai chauffé finalement jusqu'à 80°; tout l'iodure disparaît, et le liquide se sépare en deux couches incolores.

» Le liquide de la couche inférieure est insoluble dans l'eau et distille à 102°. C'est de l'iodure de propyle.

» Le liquide de la couche supérieure n'est pas volatil. Il se décompose quand on le chauffe en dégageant de l'hydrogène phosphoré. Ce liquide est soluble dans l'eau et dans l'éther. Par l'évaporation spontanée de la solution éthérée, j'ai obtenu un liquide huileux qui présente les réactions suivantes :

» L'acide nitrique en sépare, à froid, de l'iode. A chaud, l'oxydation est énergique.

» Le nitrate d'argent donne un précipité blanc dans la solution aqueuse. Par l'addition d'un peu d'ammoniaque, et en chauffant légèrement, on obtient un miroir métallique.

» La potasse en solution aqueuse dégage à chaud de l'hydrogène phosphoré, caractérisé par son odeur et sa flamme verte.

» Ce liquide renferme donc les éléments de l'aldéhyde et de l'iodure de phosphonium.

» J'ai été amené ainsi à tenter directement l'action de ce composé sur les aldhéhydes :

» J'ai agité dans un flacon bouché à l'émeri de l'iodure de phosphonium avec de l'aldéhyde valérique. Le mélange s'échauffe sans dégagement gazeux, et se prend bientôt en une masse blanche homogène. Cette matière est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther qui l'abandonne sous forme de lamelles cristallines blanches. Cette substance, bien essorée, lavée avec un peu d'éther et essorée de nouveau avec soin, présente les mêmes caractères que la combinaison signalée plus haut. C'est-à-dire que :

» L'acide nitrique met de l'iode en liberté à froid, et l'oxyde vivement à chaud;

» La potasse en solution aqueuse en dégage à chaud de l'hydrogène phosphoré, et l'aldéhyde, mise en liberté, surnage la solution alcaline, laquelle renferme de l'iodure de potassium.

» Ce composé jaunit un peu au bout de quarante-huit heures. Chauffé à 75°, il redevient blanc en perdant 0,6 pour 100 de son poids. Il fond à 119° en un liquide transparent, légèrement jaune, qui se concrète en une masse demi-fluide. Chauffé plus fort, il se décompose en deux produits : un liquide incolore qui monte à la surface, c'est de l'aldéhyde valérique, et un liquide sirupeux, coloré en rouge, qui retient tout l'iode et tout l'hydrogène phosphoré.

» L'analyse de la matière blanche lui assigne la composition suivante :



$$(C^5H^{10}O)^4PH^4I.$$

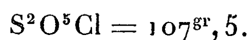
	Trouvé.	Calculé.
Carbone................	47,8	47,4
Hydrogène.............	8,8	8,69
Iode..................	24,9 25,10	25,09

» Je me suis assuré que les aldéhydes propionique, salicylique et benzoïque fournissent directement avec l'iodure de phosphonium des combinaisons du même ordre, dont je me propose de continuer l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle.* Note de M. **J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le présent travail a pour but d'étudier la densité de vapeur de l'un des oxychlorures de soufre, désigné aujourd'hui sous le nom assez impropre de *chlorure de pyrosulfuryle*.

» H. Rose, qui a découvert ce composé en faisant réagir le chlorure de soufre sur l'anhydride sulfurique, lui assignait pour formule $SCl^3, 5SO^3$ et pour densité gazeuse de 4,3 à 4,5 (¹). En 1861, M. Rosenstiehl a obtenu par l'action de l'acide anhydre sur le chlorure de sodium un produit qui paraît bien être identique avec la substance obtenue par H. Rose et lui a trouvé la densité 3,76 (²). Cette densité répond à la formule



$$S^2O^5Cl = 107^{gr},5.$$

M. Armstrong et M. Schützenberger se sont également occupés de ce

(¹) *Pogg. Annalen*, t. 46.
(²) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 637.

composé. M. Lieben ([1]), à propos du travail de M. Rosenstiehl, a fait observer que la formule S^2O^5Cl est incompatible avec le poids atomique 16 de l'oxygène, et a supposé que le produit devait être décomposé sous forme gazeuse en acide anhydre et chlorure de sulfuryle, ce qui pouvait expliquer la densité observée; mais il n'a présenté aucune expérience à l'appui de cette hypothèse.

» Il m'a semblé utile de mesurer de nouveau cette densité, et surtout de discuter par l'expérience les résultats obtenus et les dissociations possibles. J'ai préparé le chlorure de pyrosulfuryle en grande quantité, en suivant exactement les indications de H. Rose.

» 2. Les densités ont été prises par deux méthodes : celle de M. Victor Meyer et celle de M. Dumas. J'ai trouvé, par le premier de ces procédés, les nombres 3,88, 3,59, 3,99, 3,69, 3,36 : moyenne, 3,70 dans la vapeur d'aniline; dans la vapeur de mercure ou même de soufre, les résultats sont peu différents (3,72, 3,42, 3,30), quoique évidemment moins exacts, à cause de la décomposition commençante; mais l'appareil de M. Meyer ne permet que difficilement de vérifier s'il y a décomposition ou dissociation, les produits dont on détermine la densité ne pouvant guère être l'objet d'une analyse ultérieure. La méthode de M. Dumas se prête, au contraire, aisément à des vérifications de ce genre.

» Par ce dernier procédé, j'ai obtenu, à la pression ordinaire et à des températures comprises entre 160° et 200°, les nombres

3,87, 3,72, 3,69, 3,70 : moyenne, 3,74.

» On pourrait, ainsi que je l'ai observé plusieurs fois, obtenir des nombres plus forts (jusqu'à 4,6), si l'on ne prenait pas toutes les précautions indispensables pour éviter toute trace d'humidité, qui entraînerait la formation d'un peu d'acide sulfurique : cet acide, ne se réduisant pas en vapeur aux températures indiquées, augmenterait notablement la pesée.

» Enfin, en opérant sous pression réduite (200° à 300^{mm} de mercure afin d'abaisser la température, j'ai trouvé, vers 170°, les densités

3,69, 3,75, 3,80, 3,69 : moyenne, 3,73.

» 3. Il reste à prouver que la vapeur pesée était bien réellement le chlorure de pyrosulfuryle gazeux et non dissocié.

» J'ai d'abord vérifié par l'analyse l'identité du composé avant et après la mesure des densités. Parmi les ballons, les uns ont été ouverts sur une solution de potasse : on a ainsi dosé tantôt le chlore, tantôt le soufre, sur

([1]) *Répertoire de Chimie pure*, t. IV, p. 61.

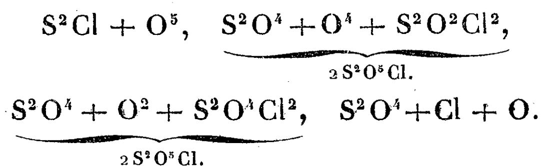
la totalité de la matière contenue, quel qu'en fût l'état; dans d'autres cas, on a isolé et analysé le liquide seul, afin de vérifier s'il avait perdu quelqu'un de ses composants sous forme gazeuse (O, Cl, SO^2). Tel n'est point le cas : j'ai trouvé les mêmes nombres, soit avec le produit liquide seul, soit avec le contenu total du ballon.

» Voici quelques chiffres :

	Produit initial		Contenu total	Partie liquide
	pour 100.	calculé.	d'un ballon.	seule.
Cl................	32,5	33,0	32,5	32,4
S..............	29,8	29,7	29,8	30,0

» Maintenant, le chlorure de pyrosulfuryle a-t-il été dissocié pendant l'expérience, par exemple, en acide sulfurique et en chlorure de sulfuryle, qui se seraient recombinés pendant le refroidissement, comme le supposait M. Lieben ? Cette explication peut être facilement vérifiée. En effet, s'il en est ainsi, l'on doit obtenir le chlorure de pyrosulfuryle en chauffant molécules égales de SO^3 et SO^2Cl. Or j'ai constaté que cette réaction n'a point lieu, en tubes scellés, à 250°, les deux corps se retrouvant inaltérés à la distillation, et l'on n'obtient point le chlorure de pyrosulfuryle, que son point d'ébullition plus élevé (141°) permettrait facilement de séparer. D'ailleurs il résulte, des recherches thermiques que j'ai récemment exposées ([1]), qu'une semblable réaction directe absorberait de la chaleur, ce qui la rend peu vraisemblable. Ainsi la dissociation en SO^2Cl et SO^3 n'est pas admissible. On ne saurait admettre non plus la recombinaison de $SO^3 + SO^2 + Cl$; d'après mes expériences directes, ces corps ne se recombinent pas entre 250° et la température ordinaire.

» On peut supposer encore que la vapeur s'est décomposée de quelques autres manières; mais la simplicité de la formule limite le nombre des hypothèses. Les seules possibles me semblent être les suivantes ;



$$S^2Cl + O^5, \quad \underbrace{S^2O^4 + O^4 + S^2O^2Cl^2}_{2\,S^2O^5Cl},$$

$$\underbrace{S^2O^4 + O^2 + S^2O^4Cl^2}_{2\,S^2O^5Cl}, \quad S^2O^4 + Cl + O.$$

» Toute hypothèse de ce genre exige la formation temporaire de l'oxygène libre et sa recombinaison pendant le refroidissement, soit avec le chlorure de soufre, soit avec les oxychlorures $S^2O^2Cl^2$ ou $S^2O^4Cl^2$ en présence de l'acide sulfureux, soit avec le mélange de chlore et d'acide sulfureux.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 82.

» Or, j'ai vérifié d'une part que les ballons ouverts sur le mercure ne renfermaient point d'oxygène libre. D'autre part, j'ai chauffé en tubes scellés, à 170° et à 200°, du chlorure de soufre et de l'oxygène dans les rapports indiqués; du chlorure de thionyle, de l'acide sulfureux et de l'oxygène; du chlorure de sulfuryle, de l'acide sulfureux et de l'oxygène; de l'acide sulfureux, du chlore et de l'oxygène : dans tous ces cas l'oxygène s'est retrouvé en totalité. Il en est de même avec les oxychlorures seuls et l'oxygène.

» 4. Ce n'est pas que le chlorure de pyrosulfuryle soit indécomposable par la chaleur; mais cette décomposition n'a lieu que vers 250° et au-dessus, comme l'a montré H. Rose, et l'on obtient ainsi du chlore, de l'acide sulfureux et de l'acide anhydre: $S^2O^5Cl = SO^2 + SO^3 + Cl$ (¹), mais cette destruction n'a point les caractères d'un phénomène de dissociation; car les produits mis en liberté ne se recombinent point par le refroidissement, ainsi que je l'ai vérifié expressément.

» 5. Je crois donc pouvoir conclure de ces résultats que la véritable densité gazeuse du chlorure de pyrosulfuryle non dissocié, au-dessous de 200°, est bien égale à 3,72; ce qui donne, pour le poids du litre, $4^{gr},809$: soit, pour $22^{lit},32$, $107^{gr},5$. La formule doublée $S^2O^5Cl^2 = 215^{gr}$, à laquelle conduit le poids atomique 16 de l'oxygène, ne saurait donc être admise, si l'on n'admet pas en même temps que la molécule gazeuse peut occuper 8 volumes de vapeur (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation d'une aldéhyde-acétone et d'un glycol de la série aromatique.* Note de M. E. **Burcker**, présentée par M. Friedel.

« M. Étard, à la suite de son étude sur le rôle oxydant de l'acide chlorochromique, a posé les conclusions suivantes :

« Les carbures aromatiques renfermant un ou plusieurs groupes méthyliques forment un produit d'addition avec le bichlorure de chromyle, et deux molécules de ce dernier se fixent sur un seul carbone méthylique : les combinaisons dichlorochromiques ainsi formées sont décomposées par l'eau, et, en vertu de leur constitution, le résultat de la réaction est une aldéhyde.

(¹) Ce mode de décomposition est vérifié par la densité du mélange gazeux ainsi obtenu à haute température : j'ai trouvé 2,40 à 290°, après un chauffage très prolongé (une heure et demie). La décomposition est d'ailleurs assez lente pour ne pas fausser notablement les résultats obtenus avec l'appareil Meyer, où l'expérience est presque instantanée.

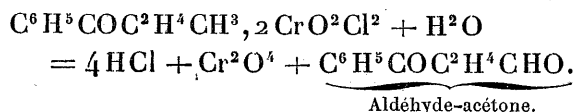
(²) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

» Il m'a paru intéressant de rechercher si, de même que les carbures aromatiques, les acétones mixtes contenant un groupe CH^3, traitées de la même manière, donneraient naissance à des aldéhydes contenant encore le groupe CO de l'acétone, par conséquent à des aldéhydes-acétones.

» J'ai opéré sur la phénylpropylkétone $C^6H^5COC^2H^4CH^3$, préparée synthétiquement, et mon but était, une fois la formation de l'aldéhyde-acétone réalisée, de l'oxyder, pour obtenir l'acide benzoylpropionique $C^6H^5COCH^2CH^2COOH$, acide acétonique dont j'ai déjà fait la synthèse à l'aide de la méthode de MM. Friedel et Crafts (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXXV, p. 17).

» L'acétone, en solution dans le chloroforme, a été traitée par une solution chloroformique d'acide chlorochromique dont la proportion avait été déterminée par le calcul : j'ai employé le chloroforme comme dissolvant, M. Etard ayant démontré qu'il n'était pas attaqué, surtout à froid, par l'acide chlorochromique.

» Il est absolument indispensable de faire agir l'une sur l'autre des solutions suffisamment étendues, pour éviter des explosions qui pourraient devenir dangereuses si l'on opérait sur des quantités un peu considérables : des solutions au $\frac{1}{5}$ conviennent très bien et la réaction se fait régulièrement, sans élévation trop forte de la température; il se dépose, au bout de peu de temps, une poudre brune dont la composition répond à la formule $C^{10}H^{12}O, 2CrO^2Cl^2$; c'est un composé organo-chromique, analogue à ceux obtenus par M. Etard. Traité par l'eau, il se décompose en donnant naissance à une aldéhyde-acétone, en même temps qu'il se forme de l'acide chlorhydrique et de l'oxyde de chrome.



$$C^6H^5COC^2H^4CH^3, 2CrO^2Cl^2 + H^2O$$
$$= 4HCl + Cr^2O^4 + \underbrace{C^6H^5COC^2H^4CHO.}_{\text{Aldéhyde-acétone.}}$$

» Il n'est pas nécessaire de séparer chaque fois le composé chromique pour le décomposer par l'eau : il suffit tout simplement de verser dans un grand excès d'eau, et par petites portions, le mélange des substances, après l'action complète du chlorure de chromyle; la majeure partie de l'acide chlorhydrique formé dans la réaction reste en solution sous forme de chlorure de chrome, tandis que l'aldéhyde-acétone se dissout dans l'excès de chloroforme; la couche chloroformique séparée par décantation est évaporée, et l'aldéhyde est ensuite purifiée par distillation avec de la vapeur d'eau.

» C'est un liquide légèrement jaunâtre, d'une odeur agréable, d'une saveur brûlante; il bout vers 235° et se décompose à une température un

peu plus élevée; il est facilement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, et insoluble dans l'eau; il réduit la solution d'azotate d'argent, mais ne se combine pas aux bisulfites alcalins; l'analyse m'a donné les résultats suivants :

I.	Matière	$0^{gr},340$
	CO^2	$0^{gr},919$
	H^2O	$0^{gr},186$

» En centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{10}O^2$.
C	73,71	74,07
H	6,07	6,17

II.	Matière	$0^{gr},226$
	CO^2	$0^{gr},609$
	H^2O	$0^{gr},122$

» En centièmes :

	Trouvé.
C	73,45
H	5,99

» Au contact de l'air, le corps s'altère assez rapidement et finit par se transformer en acide benzoyle-propionique. Cette transformation se fait très facilement aussi à l'aide de l'oxyde d'argent; les oxydants plus énergiques décomposent le produit, et l'on observe alors la formation des acides benzoïque et propionique.

» Ce produit, dont la fonction aldéhydique est ainsi suffisamment démontrée, devait, sous l'influence de l'hydrogène naissant, produire un alcool diatomique, un glycol à la fois primaire et secondaire



$$C^6H^5 - CHOH - C^2H^4 - CH^2OH,$$

analogue par conséquent au propylglycol de M. Wurtz.

» Pour cela, l'aldéhyde-acétone en solution dans l'alcool étendu d'eau a été traitée par l'amalgame de sodium, selon le procédé de M. Friedel; la réaction terminée, la solution a été évaporée et a laissé un résidu sirupeux brun jaunâtre, qui, débarrassé par des lavages à l'eau bouillante des traces de soude qu'il pouvait contenir, a été purifié par des dissolutions successives dans l'alcool et dans le chloroforme; j'ai obtenu finalement un liquide légèrement jaunâtre, très épais, bouillant vers 200° et dont l'analyse m'a donné les résultats suivants :

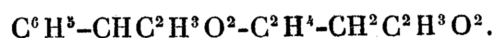
Matière	$0^{gr},437$
CO^2	$1^{gr},152$
H^2O	$0^{gr},321$

En centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{14}O^{2}$.
C....................	71,89	72,29
H....................	8,17	8,43

» Il se dissout facilement dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, le chlorure d'acétyle, à peine dans l'eau bouillante : pour caractériser complètement sa fonction d'alcool diatomique, que son mode de formation indiquait déjà, j'ai préparé son éther diacétique en le traitant par le chlorure d'acétyle.

» La diacétine ainsi formée est un liquide jaunâtre, sirupeux, qui, desséché à l'étuve, peut être obtenu sous la forme de paillettes jaunes : j'ai dosé la proportion d'acide acétique qu'il renferme en le chauffant à 150° dans un tube scellé, avec une solution titrée de baryte : les résultats de l'analyse concordent exactement avec la formule d'une diacétine du glycol :



$$C^{6}H^{5}\text{-}CHC^{2}H^{3}O^{2}\text{-}C^{2}H^{4}\text{-}CH^{2}C^{2}H^{3}O^{2}.$$

En oxydant le glycol à l'aide de l'acide chromique, j'ai reproduit l'aldéhyde-acétone $C^{10}H^{10}O^{2}$ qui avait servi à le former. L'acide azotique l'attaque vivement, mais les produits de la réaction n'ont pas encore été déterminés; nul doute pourtant qu'une oxydation convenable ne puisse reproduire les deux acides benzhydrilpropionique et benzoylpropionique $C^{6}H^{5}\text{-}CHOH\text{-}C^{2}H^{4}\text{-}COOH$ et $C^{6}H^{5}\text{-}CO\text{-}C^{2}H^{4}\text{-}COOH$, dont j'ai fait connaître l'existence.

» L'étude de ce nouveau glycol n'est pas encore terminée complètement, mais dès maintenant on peut prévoir la possibilité de faire subir à d'autres acétones mixtes contenant le groupe CH^{3} le traitement qui, avec la phénylpropylkétone, m'a donné les résultats que je viens de signaler : on aura donc ainsi à sa disposition une méthode facile de formation d'aldéhydes-acétones qui, par oxydation, produisent des acides acétoniques, et par hydrogénation donneront naissance à des glycols à la fois primaires et secondaires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la pilocarpine*. Note de M. **Chastaing**, présentée par M. Chatin.

« La pilocarpine a déjà été l'objet d'un certain nombre de recherches, et, comme il y a quelque intérêt à rapprocher celles-ci des résultats auxquels nous sommes arrivé, nous croyons devoir les rappeler en quelques mots.

» En distillant la pilocarpine en présence d'hydrate alcalin, M. Poehl a

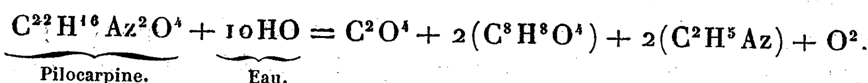
constaté la formation d'un alcali présentant les propriétés chimiques et optiques de la conicine. M. Kingzett a obtenu, par l'action de la potasse, de la triméthylamine; enfin MM. Meyer et Harnach ont eu la même base, mais aucune trace d'alcali semblable à celui qu'avait indiqué M. Poehl. La pilocarpine brute leur a cependant fourni, vers 160°, une base fort analogue à la conicine; ils en attribuent la formation non à la pilocarpine, mais à un produit qui l'accompagnait, peut-être à la jaborine.

» Nous avons traité par la potasse fondante de la pilocarpine pure. Il se forme un produit volatil qui ramène au bleu le papier rougi de tournesol et qui, reçu dans une solution légèrement acide de chlorure de platine, y donne un précipité. L'analyse indique qu'il y a formation de chloroplatinate de méthylamine. Le chloroplatinate de méthylamine devant contenir 41,80 pour 100 de platine, le précipité obtenu contenait 42,50 pour 100.

» Il n'y a point eu formation de base volatile présentant les caractères de la conicine.

» Après refroidissement, la potasse fut additionnée d'acide sulfurique en léger excès : il se dégage alors de l'acide carbonique. On retire ensuite par distillation de l'acide butyrique mélangé d'un peu d'acide acétique; le premier formé vraisemblablement par destruction du produit analogue à la conine; la petite quantité du second résultant aussi bien de l'action oxydante exercée par la potasse pendant la fusion que de l'action exercée par l'acide sulfurique sur l'acide butyrique pendant la distillation. En un mot, sous l'influence de la potasse fondante, employée en grand excès, la pilocarpine se dédouble en : méthylamine, acide carbonique, acide butyrique et traces d'acide acétique.

» L'équation suivante rend compte de ce dédoublement :



$$\underbrace{C^{22}H^{16}Az^{2}O^{4}}_{\text{Pilocarpine.}} + \underbrace{10HO}_{\text{Eau.}} = C^{2}O^{4} + 2(C^{8}H^{8}O^{4}) + 2(C^{2}H^{5}Az) + O^{2}.$$

» Il convient d'ajouter, pour être complet, qu'il se forme parfois une petite quantité de produits pyridiques. Ces dernières bases sont plus faciles à obtenir en traitant d'abord la pilocarpine par l'acide nitrique fumant. Le produit résultant de cette attaque, distillé en présence de beaucoup de chaux, donne de la méthylamine; en présence d'une quantité de chaux moindre, de la diméthylamine et, enfin, en présence de très peu de chaux, une base pyridique que nous espérons pouvoir étudier bientôt. »

HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les relations du système vaso-moteur du bulbe avec celui de la moelle épinière chez l'homme, et sur les altérations de ces deux systèmes dans le cours du* tabes sensitif. Note de M. **A. Pierret**, présentée par M. Vulpian.

« L'étude des maladies des centres nerveux comprend la solution de trois problèmes principaux, et implique l'examen et l'explication des phénomènes morbides engendrés par les altérations anatomiques et fonctionnelles des trois grands systèmes : moteur, sensitif et vaso-moteur.

» Dans le cours de mes travaux sur l'inflammation chronique du système sensitif, *tabes sensitif, sclérose médullaire postérieure, ataxie locomotrice progressive*, j'ai été amené à rechercher la cause de symptômes que j'avais observés dans cette affection, et dont quelques-uns sont bien connus, tandis que d'autres sont à peine indiqués par les auteurs. Ce sont, par exemple, les crises douloureuses gastriques, œsophagiennes, laryngées, la gastrorrhée, les crises de diarrhée, les troubles sécrétoires ou vaso-moteurs observés sur le tégument, sous forme de sueurs locales ou de zones de constriction ou de dilatations vasculaires plus ou moins étendues et quelquefois dimidiées.

» Tous ces phénomènes et d'autres encore ne peuvent être imputés qu'à un trouble fonctionnel des nerfs mixtes, glosso-pharyngien, pneumo-spinal et du grand sympathique. Or, ces différents nerfs constituent dans les centres nerveux, moelle, bulbe et protubérance, un système anatomique intermédiaire avec zones motrices et sensitives.

» Ce système fournit, au niveau de l'origine apparente des nerfs auditifs et faciaux, un nerf vaso-moteur, le nerf de Wrisberg, émanation directe de ce faisceau mixte ascendant, connu sous le nom de *faisceau solitaire* de Stilling, colonne grêle (*slender column* de Clarke).

» Cet intéressant faisceau de fibres, au-dessous du point d'émergence du nerf de Wrisberg, fournit des rameaux vaso-moteurs au glosso-pharyngien, plus bas au groupe du pneumo-spinal, sans cesser de se maintenir en rapport soit avec les ganglions moteurs vrais, soit avec les ganglions sensitifs.

» A ce niveau, tous les anatomistes perdaient de vue la colonne grêle et lui assignaient souvent les trajets les plus fantaisistes (Clarke, Meynert). J'ai réussi à démontrer, au moyen de coupes longitudinales du bulbe faites à l'état pathologique et normal, que cette colonne, en grande partie vaso-motrice, s'incurve au niveau de l'entrecroisement des pyra-

mides, et, décrivant une courbe à convexité externe, se place aux côtés du spinal inférieur, puis reprend dans la moelle une situation analogue à celle qu'elle occupait dans le bulbe, c'est-à-dire intermédiaire, avec zones motrices et sensitives.

» Dans cette position, elle s'adjoint aux fibres ascendantes qui occupent le *cervix cornu-posterioris* et la partie profonde des cordons latéraux, région éminemment mixte, qui renferme des tubes nerveux sensitifs, moteurs et vaso-moteurs. Ces derniers émanent visiblement de la chaîne d'amas ganglionnaires qui occupe l'angle externe de la corne antérieure, porte le nom de *tractus intermedio-lateralis*, et passe avec raison pour représenter les origines intra-spinales du grand sympathique.

» Dans le cours du *tabes sensitif*, cette région, qui renferme non pas des nerfs mixtes, mais des faisceaux mixtes de nerfs, est très fréquemment intéressée. Alors apparaît toute une série de phénomènes sensitivo-vasomoteurs, qui viennent compliquer la marche et obscurcir le diagnostic de la maladie.

» J'ai pu m'assurer de ces lésions plusieurs fois, et démontrer que c'est toujours à la sclérose secondaire ou primitive de ce système bulbo-spinal, satellite des nerfs réputés mixtes, que l'on doit attribuer l'apparition de tous les symptômes qui, de près ou de loin, impliquent un trouble circulatoire ou une altération de la sensibilité des organes splanchniques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des grains niellés du blé.* Note de M. Ed. Prillieux, présentée par M. Duchartre.

« On sait depuis longtemps que la maladie des blés, connue sous le nom de *nielle*, est due à des anguillules microscopiques qui vont se loger dans les épis naissants et y font naître, au lieu de grains, de petits corps noirs et durs que l'on appelle des grains *niellés*, à l'intérieur desquels on trouve des milliers de ces petits vers. Les mœurs des anguillules du blé sont bien connues depuis la publication du beau Mémoire de Francis Bauer; mais il reste beaucoup d'obscurité en ce qui touche la nature des grains niellés et leur mode de formation.

» Suivant M. Davaine, les anguillules s'introduisent dans le tissu même des fleurs naissantes « lorsque les paléoles, les étamines et l'ovaire ne sont » point encore distincts les uns des autres et que tous ces rudiments d'or- » ganes sont constitués par des cellules naissantes, très molles, pulpeuses, » et qui se laissent facilement pénétrer par les anguillules. A la suite de

» la pénétration des helminthes dans le parenchyme de la fleur rudimentaire, il y a production d'une excroissance, au centre de laquelle se trouvent les vers. »

» Une opinion tout autre a été exprimée par Al. Braun et soutenue plus récemment par M. Haberlandt, qui a fait du développement des grains niellés du blé le sujet d'une étude particulière. D'après ces savants observateurs, les anguillules ne pénètrent pas dans le tissu de la fleur, comme le pense M. Davaine, mais s'introduisent dans la cavité du pistil. M. Haberlandt est très affirmatif sur ce point; il assure que « l'entrée des petits » vers peut être suivie à travers le tissu délicat qui entoure le canal stigmatique. » Ces deux opinions sont en contradiction absolue.

» Ayant reçu de Normandie des échantillons de blé niellé, j'ai saisi avec empressement cette occasion de suivre, dès la première origine, la formation des grains niellés, et j'en ai fait semer, mélangés avec des grains sains, dans le jardin d'expériences du laboratoire de Botanique de l'Institut national agronomique. Les grains sains levèrent très bien et furent infectés. Au printemps, au moment du tallage, toutes les pousses présentèrent dans leur végétation des altérations maladives très caractéristiques. Dans la première quinzaine de mai, les plantes paraissaient vigoureuses; elles avaient beaucoup tallé; mais les pousses développées étaient extraordinairement courtes et épaisses, et offraient un aspect insolite. Vers le 15 mai, l'allongement de la tige naissante et des feuilles paraissait si complètement arrêté que je commençais à redouter que les plantes ne pussent pas continuer à pousser. A ce moment, l'épi n'avait pas plus de $0^m,001$ de long; les épillets naissants n'y étaient représentés que par des mamelons alternant sur les deux côtés de l'axe. Autour de ce rudiment d'épi, et surtout entre les gaînes emboîtées des très jeunes feuilles, se voyaient des milliers d'anguillules vivantes. Ce n'est qu'à partir du 1er juin que les pailles commencèrent à pousser rapidement et que la végétation parut reprendre son cours normal. Ce retour à la santé des feuilles et des tiges correspondait à un commencement d'altération de l'épi.

» Toutes les anguillules, abandonnant les gaînes des feuilles, venaient se réunir à sa surface et cherchaient à s'insinuer entre les parties naissantes des fleurs qui commençaient à se former sur les jeunes épillets. Elles s'amassaient autour du petit épi, long alors de 4^{mm} à 5^{mm}, en si grand nombre qu'elles y formaient une sorte de dépôt feutré qui voilait le contour des épillets; on n'en trouvait plus aucune entre les gaînes des feuilles. A ce moment, les fleurs commençaient seulement à s'organiser.

Dans les échantillons les plus développés, les glumelles étaient bien visibles, et, de plus, sur certaines fleurs, on distinguait trois mamelons indiquant la première apparition des étamines. C'est alors que les anguillules, se glissant sous la glumelle inférieure, engagent leur tête jusqu'au fond de la jeune fleur, au milieu des trois mamelons staminaux. Là, il se produit, sous leur action irritante, une hypertrophie des parties déjà formées de la fleur, en dedans des glumelles. Les trois mamelons staminaux se développent extraordinairement en largeur et en hauteur, se confondant par les côtés de façon à former une sorte de tube irrégulier, court et charnu, à bords mamelonnés, épais et un peu recourbés en dedans, où l'on distingue ordinairement, plus ou moins nettement, trois masses saillantes. Le fond de la fleur, entre les trois rudiments d'étamine hypertrophiés et coalescents, est aussi le siège d'une multiplication extraordinaire des cellules; il se gonfle en formant des saillies à l'intérieur du manchon charnu qui entoure la tête et la partie antérieure du corps des anguillules, mais n'est pas encore assez développé pour loger les vers tout entiers. Bientôt cependant cette sorte de tube charnu grandit et surtout se dilate assez pour que les anguillules puissent se pelotonner à son intérieur; il se referme alors au-dessus des petits vers et les emprisonne. C'est le grain niellé dans lequel les anguillules, entrées à l'état de larves, se transforment en animaux sexués et se multiplient. »

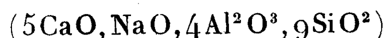
MINÉRALOGIE. — *Essai de reproduction de la wollastonite et de la méionite.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a pour but la reproduction artificielle de deux minéraux naturels, la wollastonite et la méionite. La méthode employée a été la voie ignée : les éléments des minéraux en question ont été fondus à haute température et soumis ensuite à un recuit prolongé, à une température un peu inférieure à celle de leur fusion.

» Le mélange, ayant la composition de la wollastonite (CaO, SiO^2), a fourni un culot cristallin composé de prismes enchevêtrés, longs de plus de 1^{mm}. Ces cristaux sont attaquables aux acides comme la wollastonite naturelle. Ils appartiennent également au système monoclinique, présentent la même macle et les mêmes extinctions en lumière parallèle entre les nicols croisés. En lumière convergente, ils offrent le caractère des cristaux à deux axes; ils sont positifs comme la wollastonite; mais ils se distin-

guent de ce minéral en ce que leurs axes optiques sont très rapprochés, tandis que, dans la wollastonite, l'écartement des axes est de 70° environ.

» Le mélange, offrant la composition de la méionite



$$(5CaO, NaO, 4Al^2O^3, 9SiO^2)$$

a donné aussi un agrégat de cristaux. Ce sont des prismes longs d'environ $0^{mm},5$, attaquables aisément aux acides avec formation de gelée.

» Ils appartiennent au système quadratique, comme la méionite naturelle; entre les nicols croisés, ils présentent les mêmes propriétés, soit en lumière parallèle, soit en lumière convergente, avec cette seule différence qu'ils sont positifs, tandis que le minéral naturel est négatif.

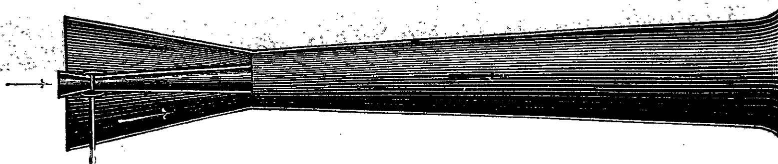
» La différence entre ces cristaux artificiels, obtenus par fusion ignée, et leurs similaires naturels tient évidemment à ce que les conditions de formation ne sont pas les mêmes dans les deux cas; en effet, dans les volcans, la wollastonite et la méionite paraissent formées par sublimation de leurs éléments et non par fusion. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un anémomètre multiplicateur applicable à la mesure de la vitesse du vent dans les galeries de mines, aux observations météorologiques et à la détermination de la vitesse des cours d'eau.* Note de M. **Eug. Bourdon**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Au cours d'expériences variées sur les tubes convergents-divergents, désignés généralement sous le nom de *tubes de Venturi*, j'ai reconnu la possibilité d'augmenter dans une proportion considérable la puissance accélératrice que possède cette forme particulière d'ajutage, appliqué à l'écoulement de l'air ou d'un liquide. L'appareil avec lequel j'obtiens cette puissance accélératrice d'un courant liquide ou gazeux est fort simple, et sa construction est des plus faciles.

» Dans un premier tube, établi suivant les proportions déterminées

Fig. 1.

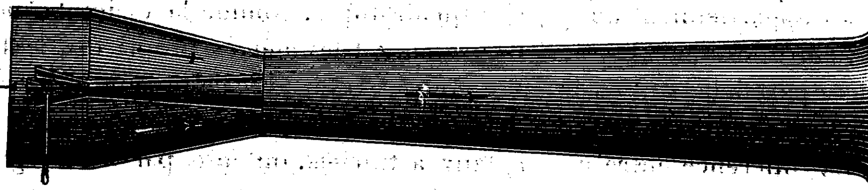


par Venturi, j'en fixe un deuxième (*fig.* 1), concentriquement au premier, mais de dimensions assez réduites pour qu'il n'occupe que la partie cen-

trale de la petite section du tube qui l'enveloppe. Pour une raison que j'expliquerai plus loin, je place l'extrémité divergente du tube intérieur exactement au point où les sommets tronqués des cônes du grand tube viennent se réunir.

» Si l'instrument doit être appliqué à mesurer de très petites vitesses, je fixe (*fig.* 2) un troisième tube, encore plus petit, dans l'intérieur du

Fig. 2.

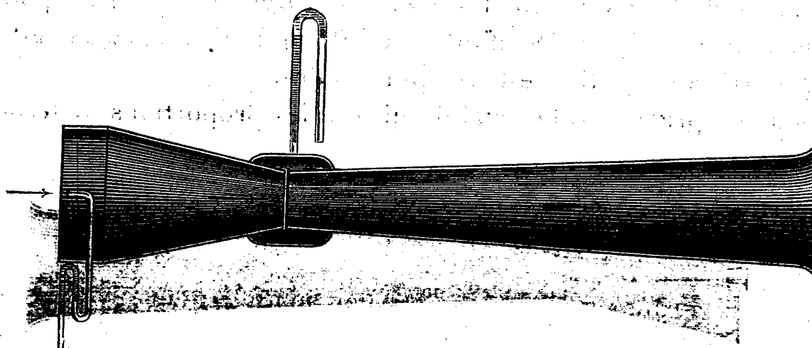


deuxième, en observant les conditions indiquées à l'égard des deux précédents.

» Enfin, pour que l'instrument ainsi constitué puisse être employé pour mesurer la vitesse des courants liquides ou gazeux, je réunis par leurs petites bases, dans un manchon creux, les extrémités tronquées des deux cônes qui forment le dernier tube de l'appareil. Ces deux extrémités doivent laisser entre elles un petit intervalle libre pour établir une communication avec l'intérieur du manchon et, par suite, avec un manomètre à eau, sur lequel on lit, non pas directement, comme avec le tube de Pitot, mais par différence, la vitesse du courant qu'on se propose de mesurer.

» *Mode de fonctionnement de l'anémomètre-multiplicateur.* — Pour bien fixer les idées sur le phénomène physique que cet appareil a pour but de

Fig. 3.



mettre en évidence, il convient de considérer d'abord ce qui se passe lorsqu'on expérimente avec un seul tube disposé comme l'indique le dessin

(*fig.* 3). Si par le jeu d'un ventilateur, ou par tout autre moyen analogue, on y insuffle de l'air et qu'on observe la hauteur des colonnes d'eau des deux manomètres appliqués, l'un à l'orifice d'entrée du tube biconique, l'autre à sa petite section, on constatera que, la colonne d'eau soulevée par la pression due à l'action du ventilateur étant 1, celle indiquée par le deuxième manomètre sera 6; mais, à l'inverse du premier manomètre, ce dernier marque une pression négative, due à l'accélération de la vitesse du courant lancé dans le tube par le ventilateur [1].

» Cette action pneumatique des tubes convergents-divergents se manifeste à son plus haut degré juste au point de jonction des deux cônes qui forment le tube; or, si l'on fixe à la suite l'un de l'autre un deuxième et, au besoin, un troisième tube de même forme, mais de dimensions décroissantes, ils auront pour effet d'augmenter à chaque échelon le degré de vide et par suite la vitesse d'écoulement produite par le premier tube.

» Ce fait singulier s'explique facilement, si l'on considère que, chacun des tubes successifs ayant son orifice de sortie placé au centre de la petite section du tube qui le précède, l'écoulement de l'air se fait dans chacun d'eux, non seulement par l'action propulsive dont le courant tout entier est animé, mais plus encore par l'influence de la pression atmosphérique qui pèse de tout son poids sur l'orifice d'entrée, tandis que l'orifice de sortie débouche dans un milieu où l'air est de plus en plus raréfié.

» Les résultats d'expériences sur un anémomètre à deux tubes donnent en moyenne pour l'écart entre la hauteur de la colonne d'eau soulevée par la pression directe du courant et la hauteur due à l'accélération produite par les actions successives des deux tubes, le rapport :: 1 : 20, ce qui donne pour les vitesses le rapport 1 à 4,5. En employant un anémomètre à trois tubes, l'écart est beaucoup plus considérable, il est :: 1 : 80 pour les hauteurs de colonnes d'eau, et :: 1 : 8,7 pour les vitesses.

» Dans une expérience où la pression mesurée à la bouche de sortie du ventilateur était de 3^{cc} d'eau, le vide, au troisième tube de l'anémomètre, tenait en équilibre une colonne d'eau de $2^{m},70$ de hauteur, soit quatre-

---

(1) Le rapport 1 : 6 qu'on observe lorsqu'on expérimente sur un tube dont l'intérieur est entièrement libre, s'abaisse à 1 : 4 dans l'application à l'anémomètre multiplicateur. La cause en est facile à comprendre.

Les tubes de diamètres décroissants, placés à la suite du premier, forment obstacle au passage du courant, et par suite ralentissent sa vitesse d'écoulement dans une certaine mesure, d'où résulte une diminution proportionnelle dans le degré de vide produit à chaque échelon de l'anémomètre.

vingt-dix fois celle due à la vitesse du courant à son entrée dans le premier tube de l'anémomètre.

» Les avantages qui sont propres à ce système d'anémomètre sont les suivants :

» Il ne comporte, dans sa construction, ni mécanisme délicat, ni pièce mobile dont le jeu soit influencé par le défaut de soins apportés à son entretien.

» Il est facile à transporter et peut être installé à peu de frais dans les galeries de mines.

» Combiné avec un appareil enregistreur, il fournit un moyen sûr de contrôle du fonctionnement des appareils employés pour la ventilation.

» Il peut, par des moyens très simples, mettre en jeu des sonneries ou autres appareils avertisseurs, pour tenir en éveil l'attention des ouvriers chargés du service de l'aérage.

» La propriété qu'il possède, d'amplifier considérablement l'échelle indicatrice des variations de la vitesse, permet d'obtenir par son emploi une grande exactitude dans les résultats d'expériences.

Vitesses du vent et dépression observée à chacun des trois tubes.

Vitesses du vent en mètres par seconde $V=\sqrt{2gH}$.	Pression en millimètres d'eau contre un tube ou vent $h=\frac{V^2}{2g}$.	Dépression en millimètres d'eau		
		au premier tube.	au deuxième tube.	au troisième tube.
m	mm	mm	mm	mm
1,10	0,1	0,3	0,9	4
1,50	0,2	0,6	1,8	6
1,90	0,3	0,9	3,6	11
2,30	0,4	1,3	4,6	17
2,60	0,5	1,7	6,0	21
3	0,6	2,1	7,5	28
3,20	0,7	2,5	9,2	35
3,50	0,8	3,0	10,8	44
3,70	0,9	3,5	14	56
3,90	1	4	16	65
5,70	2	8	32	135
6,90	3	13	52	210
8	4	17	70	290
9	5	21	87	370
9,80	6	26	110	450
10,50	7	30	126	530
11,30	8	35	149	620
12	9	40	168	710
12,70	10	45	190	800

» On voit, d'après les nombres portés sur ce Tableau, que la proportionnalité entre les hauteurs de colonnes d'eau augmente à mesure que la vitesse du courant s'accélère. Cette augmentation d'effet utile paraît devoir être attribuée à l'action croissante qu'exerce la vitesse dans les appareils où les gaz et les liquides s'entraînent l'un par l'autre sous l'influence du contact latéral. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques phénomènes atmosphériques observés pendant la dernière période de hautes pressions.* Lettre de M. **J. Vinot** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le fait de l'inversion des températures avec l'altitude, pendant la durée des hautes pressions barométriques qui viennent d'avoir lieu, est confirmé par une lettre que je reçois de M. le général de Nansouty. Cette lettre établit que, au sommet du Pic du Midi, la plus basse température a été -5°. En plein air et sous l'action du soleil qui, du 8 au 20 janvier inclus, a brillé dans un ciel d'une pureté exceptionnelle, le général a noté jusqu'à $+24^{\circ}$ et $+26^{\circ},4$.

» Cette pureté du ciel, à l'altitude du Pic, est extraordinaire. Dès le 1er janvier de cette année, le courageux observateur distinguait nettement la lumière zodiacale. On ne l'a probablement jamais vue dans nos climats à une date aussi voisine du solstice d'hiver. Ce phénomème a peut-être aussi, cette année, un plus grand éclat que d'ordinaire; car un autre de nos correspondants, M. Imbert, dans la Haute-Vienne, nous le dessine à la date du 19 janvier. M. Marroncle (Lot) nous le signale aussi.

» Mais il y a plus : le 20 janvier, à $6^{h}30^{m}$ du soir, le général et ses deux aides voyaient nettement la lumière cendrée et le mince croissant de la Lune, âgée de $25^{h}46^{m}$. Nous croyons que jamais on n'a constaté la réapparition de la Lune après un temps aussi court. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations faites en aérostat, sur la nuée opaque qui a couvert pendant plusieurs jours la région environnant Paris.* Lettre de M. **W. de Fonvielle** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Ayant cru m'apercevoir, dans la dernière séance, que l'Académie se préoccupait de la constitution de la nuée opaque qui a séjourné si longtemps au-dessus de Paris, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à traverser cette couche dans toute sa hauteur. C'est ce que j'ai eu la satisfaction

de faire, le mercredi suivant, dans un aérostat de 650^{m}, que dirigeait M. Brissonnet fils.

» Nous avons reconnu que cette nuée étrange avait à peine 300^{m} d'épaisseur, car elle commençait à nous cacher complètement la vue de la terre à 270^{m} d'altitude, et, avant d'atteindre 600^{m}, nous voyions le soleil éblouissant, brillant au milieu d'un ciel bleu clair. En parcourant cette nuée à deux reprises différentes, d'abord pour nous élever à sa partie supérieure et ensuite pour regagner la terre, nous n'avons rencontré aucun cristal ni de neige ni de givre, dont les dimensions fussent suffisantes pour qu'il pût être discerné individuellement; mais, ayant côtoyé pendant 12^{km} la surface supérieure de la nuée, dans laquelle trempait notre guide-rope, nous nous sommes aperçus que cette corde avait ramassé du givre dans toute sa longueur immergée.

» La température de la nuée était de 5° au-dessous de zéro. La couche d'air ensoleillé qui la surmontait avait une température de $-2°$ à $-3°$. Elle était parsemée de fissures profondes, paraissant noires par effet de contraste, et indiquant probablement que la dislocation ne devait point tarder : du reste, elle a eu lieu le lendemain.

» Je pense que cette nuée est du genre de celles que le capitaine Scoresby décrit dans son *Tableau des régions polaires*, et qu'il désigne sous le nom de *frost-rime*, qu'Arago traduit dans le Volume XX de ses *Œuvres* par le mot de *fumée gelée*. Ce genre de nuée opaque ne contient pas de neige ou de givre, mais seulement des poussières impalpables, qui s'agglutinent et s'amassent contre les objets où le vent les entasse. »

GÉOGRAPHIE. — *Carte du relief de la France, à l'échelle de* $\frac{1}{3\,000\,000}$; par M. EUG. GUILLEMIN, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Ce travail est une réduction, par la photogravure, d'une Carte au $\frac{1}{800\,000}$, qui a figuré à l'Exposition universelle de 1878. En voici la raison et l'objet.

» Jusqu'à ces dernières années, presque généralement, dans l'exécution des Cartes géographiques, le relief du sol était obtenu plutôt de sentiment qu'en s'appuyant sur des règles précises et des documents certains. Depuis les levés exécutés par les États, et les publications qui en ont été faites, on a cherché à employer, dans ces sortes de travaux, des méthodes permettant de donner une représentation aussi vraie que possible du relief du terrain. Ce travail est un essai dans ce genre, s'appliquant à la France.

» Pour cette représentation, le sol est supposé réduit au solide formé par la superposition d'un ensemble de gradins équidistants, ayant pour bases les courbes de nivellement espacées de 100^m en 100^m : c'est le dessin de ce relief, éclairé obliquement, qui constitue la Carte du relief de la France que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. La réduction à une aussi petite échelle ne permet pas, dans les points où elles sont rapprochées, de distinguer les courbes de nivellement, mais le travail en entier a été obtenu à l'aide de ces courbes, et c'est ce qui en constitue, s'il est permis de le dire, l'originalité et l'intérêt.

» Depuis longtemps on construit des plan-reliefs solides de diverses contrées ; mais, pour la représentation de pays assez étendus, tels que la France, on est obligé d'exagérer prodigieusement les hauteurs des gradins, ce qui peut laisser, dans l'esprit, une idée assez fausse de la réalité des choses. Par le mode suivi dans l'exécution de notre Carte, cette exagération assez fâcheuse a été évitée. »

Mlle **Menon** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par elle le 19 septembre 1881, et contenant l'exposé d'une « Méthode de coupe et d'assemblage des vêtements ».

Ce pli est ouvert en séance par M. le Président.

M. G. **Dewalque**, à propos des recherches de M. Dareste sur le développement de végétations cryptogamiques à l'extérieur et à l'intérieur des œufs de poule, rappelle les études publiées en 1852 par M. Spring, sur les champignons qui se développent dans ces œufs ([1]).

M. le Secrétaire perpétuel fait remarquer, à cette occasion, que les études de M. Spring sont encore présentes au souvenir des physiologistes ; mais on sait aussi que, à l'époque dont il s'agit, toutes les précautions n'ont pas été prises pour éliminer, dans les cultures artificielles auxquelles on a soumis ces organismes, l'influence des germes qui pouvaient être introduits par les milieux de culture ou par l'air lui-même.

M. **Gallardo-Bastant** adresse, de Barcelone, une étude sur les diamants et diverses autres pierres précieuses.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

([1]) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XIX, 1re Partie, p. 555; avril 1852.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 janvier 1882.

Leçons de Pathologie comparée. Le progrès en Médecine par l'expérimentation; par H. Bouley; 1880-1881. Paris, Asselin et Cie, 1882; in-8°.

Traité de Botanique; par Ph. van Tieghem; fascicule 4, pages 481 à 640. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Notice sur la vie et les travaux de M. E. Belgrand; par L. Lalanne. Paris, Dunod, 1881; in-8°. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.*)

A. Civiale. *Les Alpes au point de vue de la Géographie physique et de la Géologie.* Paris, J. Rothschild, 1882; 1 vol. in-8° relié, avec 2 cartes pliées et montées sur toile. (Cet Ouvrage est accompagné de 41 vues renfermées dans trois boîtes scellées par des courroies.)

Premières notions de Géologie (Pierres et terrains); par Ch. Vélain. Paris, F. Savy; in-18°.

Traité de Mécanique; par Ed. Collignon. Troisième Partie : *Dynamique*, liv. I, II, III, IV. Paris, Hachette, 1882; in-8°.

Jacob Rodrigues Pereire, premier instituteur des sourds-muets en France, sa vie et ses travaux; par E. Larochelle. Paris, impr. Paul Dupont, 1882; in-8°.

Journal du Ciel; par J. Vinot. 17e année. Paris, cour de Rohan, 1882; in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1880 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* E. Plantamour. Genève, impr. Schuchardt, 1881; in-8°.

Chemical and physical researches; by J. Parsons Cooke. Cambridge, 1881; in-8° relié.

The zoological record for 1880; *being volume seventeenth of the record of zoological literature,* edited by Ed. Caldwell Rye. London, John van Voorst, 1881; in-8° relié.

Experimental researches into the properties and motions of fluids, with theoretical deductions therefrom; by W. M. Ford Stanley. London, Spon, 1881; in-8° relié.

Royal Observatory Greenwich. Spectroscopic observations made at the royal Observatory Greenwich, 1880. Sans lieu ni date; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1882,

PRÉSIDÉE PAR M. AD. WURTZ.

M. **Ad. Wurtz**, Président de l'Académie pour l'année 1881, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» La séance où l'Académie distribue ses couronnes doit consacrer aussi le souvenir des membres qu'elle a perdus. M. le Secrétaire perpétuel vous retracera tout à l'heure la vie et les travaux d'un mort illustre dont la gloire a subi l'épreuve du temps. C'est le devoir du Président de vous rappeler les deuils dont nous sortons à peine. Pendant l'année qui vient de s'écouler, la mort n'a pas été clémente à notre Compagnie. Elle nous a ravi coup sur coup Delesse, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud, et tout dernièrement un de nos vétérans, Bussy.

» Delesse n'a fait que passer parmi nous, en nous laissant toutefois, avec le souvenir d'un commerce agréable et sûr, l'exemple d'une activité soutenue pendant quarante ans, et d'une carrière publique honorablement parcourue. Dans ses nombreux travaux de Minéralogie et de Géologie, et particulièrement dans ses recherches sur la constitution chimique des roches, il a apporté le discernement qui met au jour les faits et les détails, et l'exactitude qui les met en valeur.

» Comme lui, Henri Sainte-Claire Deville est entré dans son repos au seuil même de la vieillesse. Né à Saint-Thomas, il était venu en France dans sa première jeunesse, et, après avoir franchi avec bonheur les premières difficultés et les étapes intermédiaires de la Science et de la vie, il s'était

élevé au premier rang. Par le talent et la persévérance, il était de forte race, et rien ne trahissait en lui son origine lointaine, si ce n'est peut-être la chaleur de ses affections et je ne sais quel laisser-aller charmant dans l'abord, la conversation et le caractère.

» Son premier travail a eu pour objet un carbure d'hydrogène, qu'il a découvert dans le baume de Tolu, et pouvait faire présager que le jeune auteur se vouerait avec succès au culte de la Chimie organique ; mais, au moment même où cette science prenait son essor, Deville s'est détourné de la voie qu'il avait suivie d'abord, et est devenu, parmi nous, le maître de la Chimie minérale. Qui ne se souvient de la sensation qu'ont excitée ses travaux sur l'aluminium, sur le bore, sur le silicium, sur les métaux du platine? Ses premières expériences sur ce mode particulier de décomposition qu'il a nommé *dissociation* ont été accueillies avec un sentiment qui tenait plus de l'étonnement que de l'admiration. Et pourtant il s'agissait d'une découverte de premier ordre qui laissera dans la Science une trace profonde, mais dont la haute portée a échappé d'abord à des personnes fort compétentes et, dans une certaine mesure, à l'auteur lui-même. Henri Sainte-Claire Deville avait devancé son temps, et avait procédé par une sorte d'intuition qui est le don et la marque d'un esprit supérieur. De fait, il a attaché son nom à une conception impérissable.

» Ce privilège peut être revendiqué pareillement pour la mémoire de Bouillaud. Entraîné de bonne heure dans le grand mouvement provoqué par les travaux de Laennec, il a eu la fortune de consolider par des faits nouveaux et importants cette doctrine du maître : qu'à la plupart des maladies correspondent des lésions déterminées des organes ou du sang. M. Bouillaud a reconnu le premier que l'aphasie, c'est-à-dire le trouble plus ou moins profond de la parole, symptôme grave de certaines maladies du cerveau, a pour cause une lésion résidant dans les lobes antérieurs de cet organe. Dans un autre ordre d'idées, il a aperçu les relations qui existent entre les affections organiques du cœur et le rhumatisme articulaire aigu. Ce sont là de véritables découvertes qui ont illustré le nom de Bouillaud à une époque déjà lointaine, mais qui conservent encore aujourd'hui toute leur valeur. Le pays et notre Compagnie regrettent en lui un des médecins contemporains les plus éminents, par la science, par l'élévation de l'esprit et du caractère.

» Les confrères que nous avons perdus avaient payé leur dette, laissant à ceux qui restent, avec de nobles exemples, le triste devoir de serrer les rangs. Et dans la Science, toujours jeune, comme dans la vie, les rangs se

reforment sans cesse. J'en ai pour preuve l'activité féconde qu'ont déployée dans tous les domaines du savoir tant d'hommes voués au travail, et dont quelques-uns ont obtenu, dans cette lutte contre l'inconnu, des résultats dignes d'être proclamés par l'Académie.

» L'année qui vient de s'écouler a été marquée, en effet, par un événement scientifique auquel se rattachent des Communications importantes faites dans nos séances et des récompenses décernées par nos Commissions de prix. Je veux parler de l'Exposition d'Électricité et du Congrès des électriciens. Le mot est nouveau, comme la profession, et l'on a vu rarement un mouvement scientifique appeler un tel concours de travailleurs et créer, en peu de temps, des intérêts si considérables. Quoi de plus étonnant, en effet, que les applications multiples de cet agent mystérieux, tour à tour employé à faire jaillir la lumière, à produire la chaleur, à provoquer des actions chimiques, à revêtir des objets divers de couches métalliques compactes et brillantes, à transmettre à distance la force, et avec elle non seulement des signaux et des messages écrits, mais les sons de la musique et jusqu'à la parole humaine!

» Grâce à l'importance de ces résultats, la science de l'Électricité a enfanté un art pratique, où l'ingénieur met en œuvre et en valeur les enseignements de la théorie et où la force nouvelle dont il varie les effets à son gré est mesurée, transmise, transformée et débitée, comme on ferait, à peu de chose près, d'une denrée. Et c'est un fait digne de remarque que cette force, dont la nature est profondément cachée, soit susceptible de mesures exactes, propres non seulement à exprimer toutes les conditions d'une expérience scientifique, mais encore à fournir une base certaine aux évaluations que l'industrie réclame.

» De l'électricité se développe par une action quelconque : on sait mesurer l'intensité de la force mise en jeu et qu'on nomme *électromotrice*. Un courant se propage à travers un conducteur : il est nécessaire de connaître exactement la résistance que ce dernier lui oppose. Un courant traverse une auge galvanoplastique : il importe d'évaluer le travail absorbé par la décomposition du sel métallique. La lumière éclate dans l'arc voltaïque ou dans une lampe à incandescence : quelle est la force consommée dans ces appareils ? Quels sont, d'un autre côté, le travail absorbé par un moteur dynamo-électrique actionné par une machine à vapeur et le travail rendu par ce moteur lorsqu'on le fait servir à la transmission du travail ? Tous ces problèmes sont résolus. On sait mesurer le travail électrique en faisant entrer dans le calcul de ces mesures des données expérimentales telles que

l'intensité, la force électromotrice, la résistance. Il s'agit là de mesures, c'est-à-dire de comparaisons, et les valeurs numériques par lesquelles on exprime les conditions d'une expérience, ou le jeu d'un appereil, ou le rendement d'une machine, ont besoin d'être rapportées à des unités. La tâche principale du Congrès des électriciens a donc été la définition des unités électriques. Il avait été précédé dans cette voie : un physicien illustre, Weber, avait imaginé les unités électriques absolues d'intensité et de résistance. Pour ces définitions, le Congrès a adopté le système électromagnétique préconisé par l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, et qui consiste à mesurer la force avec laquelle un courant agit sur un pôle d'aimant. C'est donc une force magnétique qui sert de point de départ à la fixation des unités électriques, et ces dernières sont rapportées à des unités mécaniques de longueur, de masse, de temps, qui sont le centimètre, le gramme, la seconde. Elles présentent entre elles une corrélation intime, car l'unité d'intensité est l'intensité qui est produite par l'unité de force électromotrice dans l'unité de résistance. Au point de vue théorique, ces unités de mesure sont définies exactement et en valeur absolue, comme on dit, de façon à offrir au calcul une base sûre et à ne pas introduire de coefficients arbitraires. Seulement, elles représentent des quantités très petites, par rapport à celles qu'il s'agit de mesurer. On a donc été conduit à les remplacer, dans la pratique, par des multiples déterminés, et à l'unité de résistance, par exemple, on a substitué un milliard d'unités de résistance qu'on nomme un *ohm*.

» Ce dernier exprimant une résistance exactement définie par la théorie, il s'agit maintenant d'en trouver la représentation pratique, c'est-à-dire de déterminer la nature, la section et la longueur d'un conducteur métallique, qui offre effectivement cette résistance. Ce sera l'étalon de résistance électrique, comme le mètre est l'étalon de longueur. Le Congrès des électriciens s'est appliqué à cette tâche et, adoptant une idée de Pouillet, a décidé que l'étalon de résistance serait une colonne de mercure d'un millimètre de section, et dont la longueur devra être fixée par une Commission internationale de physiciens.

» A l'unité de résistance qui vient d'être définie, et à l'unité de force électromotrice, le Congrès a rattaché l'unité de quantité et l'unité de courant, et a voulu rendre hommage à la science française en nommant la première *coulomb*, la seconde *ampère*.

» Telle est, en abrégé, l'œuvre du Congrès des électriciens, heureux complément de l'exposition dont vous avez admiré les merveilles. Cette

œuvre sera poursuivie par la Commission internationale chargée d'entreprendre les expériences nécessaires pour l'établissement des étalons électriques et dont la tâche a été tracée d'avance, car cette Commission n'aura qu'à s'inspirer des principes posés, avec tant de clarté et d'autorité, par les représentants les plus illustres de la Physique contemporaine.

» Vous les avez vus assidus à vos séances, et il m'a été donné de les saluer en votre nom. Leur collaboration active et courtoise avec les membres les plus compétents de cette Académie portera ses fruits, et ces efforts réunis exerceront une influence durable sur les progrès de la science et de l'industrie électriques.

» Parmi les progrès déjà accomplis, l'apparition du téléphone a marqué le plus éclatant. Le gouvernement français avait décerné le prix Volta à l'auteur de cette grande découverte, M. Graham Bell. Ce dernier a tenu à honneur de payer sa dette de reconnaissance et l'a noblement acquittée en faisant connaître à l'Académie une découverte plus étonnante encore. Au lieu d'employer l'électricité comme agent de transport, il a mis à contribution l'énergie radiante de la lumière pour transmettre au loin des sons qui sont finalement entendus par un téléphone. M. Graham Bell vous a offert les prémices de son photophone.

» Dans les premières piles qui ont été construites, les physiciens ont eu à lutter contre un inconvénient sérieux qui diminue rapidement l'intensité du courant : il est dû au dépôt d'une couche gazeuse sur les lames métalliques. Les électrodes qui plongent dans un liquide à travers lequel le courant se propage, en le décomposant, subissent pareillement cette influence : elles se recouvrent de gaz et se polarisent, comme on dit, en opposant au courant un courant de sens inverse. Lorsqu'on les réunit par un fil conducteur, après avoir écarté la pile, ce courant inverse se manifeste dans le circuit.

» C'est ce qu'on nomme une *pile secondaire*. M. G. Planté s'est appliqué avec un grand succès à en tirer un parti avantageux. Les électrodes dont il se sert sont deux lames de plomb immergées dans l'eau acidulée d'acide sulfurique. Sous l'influence du courant, l'une se couvre d'hydrogène, l'autre de peroxyde de plomb. Les voilà chargées, et rien n'empêche de les éloigner de la pile et de mettre en réserve, et comme en magasin, la force qu'elles peuvent développer. Rien n'empêche aussi, après avoir chargé les couples en quantité, en faisant communiquer toutes les lames de même nom, de disposer ces mêmes couples en série, en joignant une lame de l'un avec la lame de nom contraire du suivant.

» La pile secondaire est maintenant chargée en tension, les forces électromotrices s'ajoutent et les effets obtenus s'accroissent avec le nombre des couples. C'est là l'idée heureuse de M. G. Planté : elle donne lieu à des applications diverses, et l'Académie a voulu marquer à l'inventeur sa haute approbation en lui décernant le prix Lacaze pour la Physique. Il en retient l'honneur, mais, par un sentiment généreux dont il faut le féliciter, il abandonne l'argent à la Société des Amis des Sciences fondée par Thenard.

» La propagation inégale de la chaleur dans deux conducteurs métalliques soudés bout à bout et dont les deux soudures présentent une différence de température engendre un courant électrique dont l'intensité peut servir à mesurer cette différence. Notre illustre et regretté confrère C. Becquerel a fait connaître l'usage que l'on peut faire de ces courants thermo-électriques dans les recherches relatives à la chaleur animale. Pour déterminer exactement la température d'un organe ou d'une cavité, il a employé le premier deux aiguilles formées chacune d'un fil de cuivre et d'un fil de fer soudés à la pointe et mises en communication l'une avec l'autre, et, d'autre part, avec un galvanomètre, de façon à former un circuit. L'une d'elles étant plongée dans le corps, tandis que l'autre est maintenue au dehors à une température constante, la moindre différence de température fait naître un courant qui dévie l'aiguille du galvanomètre. De là un moyen simple et délicat d'apprécier la distribution de la chaleur dans l'économie. Tel qu'on le construisait généralement, l'instrument était même trop délicat; car cette aiguille bimétallique, qui était plongée dans le corps comme une sonde, y était soumise à l'action du sang et des humeurs qui pouvaient attaquer l'un des métaux, cette action chimique développant parfois un courant électrique d'une autre nature. Si faible qu'il fût, ce dernier affaiblissait ou renforçait le courant thermo-électrique lui-même et pouvait troubler, par conséquent, les indications du galvanomètre. M. d'Arsonval s'est appliqué à faire disparaître cette cause d'erreur, et il y a réussi en construisant les sondes de telle façon que le cuivre seul soit en contact avec les humeurs. D'un autre côté, voulant éviter un trop grand écart entre la température des deux aiguilles, il introduit l'une d'elles dans une étuve à température constante et aussi rapprochée que l'on veut de celle qu'il s'agit de mesurer. Par ces dispositions il a augmenté à la fois la sensibilité et l'exactitude des mesures. Il n'a pas été moins heureux dans les modifications qu'il a apportées à la construction du galvanomètre et aux méthodes calorimétriques propres à déterminer les quantités de chaleur

dégagées par un animal dans un temps donné. M. d'Arsonval a poursuivi ces recherches avec une persévérance digne d'éloges et avec un succès auquel eût applaudi son maître, Cl. Bernard. L'Académie lui a décerné le prix Montyon pour la Physiologie.

» Le passage de l'étincelle électrique à travers l'air développe, comme on sait, une odeur particulière qui se manifeste aussi dans les endroits visités par la foudre. Elle est due à la formation d'un corps particulier que Schœnbein a découvert et qu'il a nommé *ozone*. Il en a indiqué exactement les propriétés et les divers modes de formation, mais sa grande sagacité s'est trouvée en défaut lorsqu'il a essayé d'en fixer la nature. De longues recherches et d'ingénieuses discussions ont établi que ce corps est de l'oxygène condensé, renforcé en quelque sorte, ce qui explique l'énergie de son action oxydante. Le problème de sa constitution eût été résolu facilement s'il avait été possible de l'isoler de tout autre corps : il n'en est rien malheureusement, car l'ozone est toujours mêlé avec une forte proportion d'oxygène. MM. Hautefeuille et Chappuis ont réussi à le préparer dans un état de concentration beaucoup plus grand, en soumettant l'oxygène à l'action des effluves électriques, à une très basse température; de fait, ils sont parvenus à élever à 50 pour 100 la proportion d'ozone contenu dans l'oxygène. Ce résultat important leur a permis de constater de nouvelles propriétés de ce corps, qu'ils ont réussi à liquéfier. Chose inattendue, il présente une couleur bleue, et, comme il existe en petite quantité dans l'air, les auteurs ont soulevé discrètement la question de savoir si l'azur du ciel ne serait pas dû à l'ozone. L'un d'eux, M. Hautefeuille, s'est fait connaître de l'Académie par de nombreuses et savantes recherches de Minéralogie synthétique. Elle lui a décerné le prix Lacaze pour la Chimie.

» Le sujet que je vais effleurer maintenant et qui est visé par une des récompenses décernées par l'Académie est fort éloigné de l'électricité. Il concerne un des points les plus élevés et les plus délicats de l'Optique, savoir, la cause de la polarisation rotatoire.

» Lorsqu'un faisceau de lumière polarisé dans un certain plan traverse une lame de quartz taillée perpendiculairement à l'axe, on observe qu'à sa sortie le faisceau reconstitué est polarisé dans un plan différent. De fait, le plan de polarisation a tourné et l'on attribue cette rotation à l'influence qu'exerce sur les vibrations lumineuses la dissymétrie des molécules cristallines. Mais ce n'est pas à une dissymétrie du même ordre qu'on peut attribuer le pouvoir rotatoire des corps liquides ou gazeux. Ici plus d'édifice cristallin : les vibrations lumineuses ne rencontrent que des molécules

chimiques, orientées d'une façon quelconque et qui ne peuvent les influencer qu'en vertu d'une dissymétrie propre. C'est du moins l'hypothèse énoncée en termes généraux par Biot et Delafosse et soutenue depuis par M. Pasteur. M. A. Le Bel a essayé de la préciser en rattachant la dissymétrie dont il s'agit aux idées qui ont cours aujourd'hui sur la constitution des composés organiques. On sait qu'ils contiennent tous du carbone, et l'on admet que les atomes de ce corps ont la faculté de retenir chacun quatre éléments ou groupes d'éléments, comme une planète retient les satellites. Concevons donc un atome de carbone ainsi entouré de ses quatre satellites. Si, dans un tel système, les quatre éléments ou groupes sont les mêmes, la symétrie sera parfaite autour du noyau; elle pourra exister à droite et à gauche, par rapport à un plan vertical, lorsque les éléments placés à droite et à gauche sont identiques, mais elle cessera d'être lorsque les quatre éléments sont différents. Dans ce dernier cas, le système renferme un atome de carbone que M. Le Bel nomme *asymétrique* : or il admet que toutes les combinaisons organiques douées du pouvoir rotatoire renferment un tel atome de carbone. Sans qu'on puisse énoncer une opinion définitive sur la valeur de cette théorie, il faut reconnaître qu'elle a été vérifiée dans un certain nombre de cas, et qu'elle prend aujourd'hui son principal point d'appui dans ceux-là même où elle semblait être en défaut. Il existe, en effet, de nombreux composés organiques à structure relativement simple et qui, renfermant un atome de carbone asymétrique, sont pourtant dépourvus du pouvoir rotatoire. M. Le Bel, confiant dans la valeur de son idée, s'est demandé si ces composés ne seraient pas formés par un mélange à parties égales de deux corps, actifs en sens inverse, l'un déviant à droite, l'autre à gauche, le plan de polarisation.

» Séparer l'un de l'autre ces deux corps actifs, si différents au point de vue optique, si semblables par toutes les autres propriétés, est un problème presque insoluble. Tout ce que M. Le Bel a pu faire, c'est de détruire l'un en laissant subsister l'autre, et il s'est adressé pour cela, comme l'avait fait avant lui M. Pasteur, à ces organismes microscopiques dont le développement provoque certains phénomènes chimiques et qui sont les agents des fermentations proprement dites. En faisant végéter certaines moisissures dans les mélanges dont il s'agit, il est parvenu à mettre en évidence le pouvoir rotatoire de l'un des composants, après avoir détruit l'autre. Dans le cours de ses recherches, poursuivies depuis plusieurs années, M. Le Bel a mis au service d'une idée élevée une grande finesse d'observation et un vrai

talent d'expérimentateur : heureuse association de qualités qui fait le vrai chimiste et que l'Académie a voulu récompenser en décernant à l'auteur le prix Jecker.

» Les phénomènes chimiques corrélatifs du développement des moisissures dont on vient de parler ont été, de la part de M. Gayon, l'objet d'études suivies. Ce savant s'est attaché particulièrement à définir l'œuvre d'un certain champignon, d'un mucor, lequel, végétant à l'abri de l'air, fait fermenter le moût de vin, le moût de bière et la solution aqueuse de glucose, comme la levure de bière; les produits formés sont de même nature et l'on pourrait fabriquer une bière de mucor limpide et de saveur agréable et qui ressemblerait à l'autre si elle ne possédait un léger goût de prune. Mais, à la différence de la levure de bière, cette levure mucor n'attaque pas le sucre ordinaire, qu'elle est incapable d'hydrater et de faire fermenter consécutivement. Ces recherches ont valu à leur auteur le prix Alhumbert : elles offrent un beau développement des premiers travaux de M. Pasteur, dont notre Académie a accueilli avec admiration les découvertes récentes et dont une autre Académie vient d'adopter le nom glorieux.

» Je m'arrête, et pourtant la liste de vos lauréats est loin d'être épuisée, et je pourrais vous conduire avec eux dans une foule de domaines qu'ils ont explorés avec succès. Ce qui caractérise, en effet, l'activité scientifique de nos jours, c'est, tout ensemble, la grandeur et la multiplicité des efforts qui portent dans toutes les directions. Témoins émus de ce grand mouvement, ne voyons-nous pas les Sciences naturelles agitées par une conception hardie, la Physique et la Chimie comme renouvelées par le principe de la conservation des forces et par de grandes idées sur la constitution de la matière, toutes les branches des Sciences mathématiques, enfin, vivifiées par une sève toujours jeune, grandir perpétuellement en vigueur et en étendue?

» A en juger par les progrès accomplis depuis cinquante ans, on se demande quelles surprises seront réservées à nos successeurs. Qui sait? elles dépasseront peut-être nos rêves d'aujourd'hui, et nous serions tentés de nous écrier : *Quo non ascendam!* si l'expérience de chaque jour ne nous apprenait pas à nous défier des prévisions et des espérances. Ce que nous savons, c'est que le champ des découvertes futures est illimité, sinon en profondeur, du moins en surface, et que notre science n'épuisera jamais notre curiosité. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1881.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

(*Commissaires* : MM. Dupuy de Lôme, amiral Pâris, amiral Mouchez, amiral Jurien de la Gravière, Rolland.)

Votre Commission a divisé le prix en deux parts de 3000 francs qu'elle a décernées :

L'une à M. **Sebert**, lieutenant-colonel d'Artillerie de la Marine, pour ses appareils et ses travaux relatifs à l'Artillerie;

L'autre à M. **Brault**, lieutenant de vaisseau, pour ses travaux sur la Météorologie nautique.

Votre Commission a l'honneur d'exposer à l'Académie les traits caractéristiques des travaux de MM. Sebert et Brault dans les deux Rapports suivants.

Rapport sur les travaux de M. Sebert, *relatifs à l'Artillerie*; par M. **Dupuy de Lome**.

Les expériences d'Artillerie donnent lieu à des phénomènes qui sont s brusques et si violents que l'on a été conduit jusqu'à ce jour à les considérer comme instantanés, et à se contenter, par suite, de notions incomplètes sur les conditions de leur production.

Depuis plus de dix ans, M. le lieutenant-colonel Sebert, que son service appelait à étudier de près ces phénomènes, s'est préoccupé des lacunes

que présente la Science sous ce rapport, et s'est attaché à introduire la notion du temps dans les études de Balistique.

C'est ainsi qu'il s'est proposé d'approfondir, en tenant compte des durées des phénomènes, les lois de la combustion de la poudre, tant en vase clos que dans l'âme des bouches à feu, de déterminer, en fonction du temps, les effets produits par le tir sur les bouches à feu ou sur les affûts, et enfin d'enregistrer la loi du mouvement des projectiles, pour arriver à la connaissance des effets exercés sur eux, soit dans l'âme même des canons, soit dans l'air au voisinage de la bouche à feu, soit à l'arrivée au but, lors de la pénétration des projectiles dans un milieu plus résistant, tel qu'un parapet en terre ou même la muraille d'un navire.

Dans une première série de recherches, entreprises dès l'année 1871, M. Sebert, alors capitaine, s'était attaché à étudier l'adaptation des appareils déjà connus qui semblaient pouvoir convenir aux conditions particulières des essais qu'il avait en vue.

Il lui fallait tout d'abord un instrument de mesure des temps extrêmement précis, susceptible de recueillir les signaux des appareils de mesure des pressions et des parcours.

L'électricité seule paraissait pouvoir donner la solution de ce problème, et il sollicita l'autorisation de faire construire, sous la direction de M. le capitaine Schultz, un chronographe semblable à celui que cet officier avait employé, avant la guerre de 1870, dans les ateliers de Meudon.

Pour l'enregistrement instantané des pressions développées à chaque instant par les gaz de la poudre, il fut amené à proposer de recourir au principe qui avait été appliqué par M. Marcel Deprez à la construction de manomètres destinés à enregistrer les pressions développées dans les cylindres des machines à vapeur à marche rapide, principe que cet ingénieur avait fait connaître à l'Académie dans la séance du 11 septembre 1871.

On se rappelle que ce principe consiste à éliminer les effets perturbateurs dus à l'inertie des masses des organes mobiles, en ne demandant aux appareils que de signaler le moment initial de mise en mouvement de ces organes.

M. Sebert fut autorisé à faire construire, avec le concours de M. Marcel Deprez, un appareil à dix pistons fondé sur ce principe et destiné à la mesure instantanée des pressions successives développées dans l'âme des bouches à feu. Cet appareil, qui fut dénommé *balance manométrique*, était

disposé de façon à provoquer des ruptures de courants électriques chaque fois que la pression développée par les gaz de la poudre, dans la bouche à feu, passait par dix valeurs déterminées réglables à volonté, dans chaque cas particulier, suivant la nature de l'expérience.

Les signaux provoqués par ces ruptures de courant devaient être recueillis par le chronographe Schultz.

On sait que cet appareil comporte un cylindre tournant dont la vitesse de rotation est indiquée exactement, à chaque instant, par les traces d'un diapason vibrant, à marche rapide, entretenu électriquement en vibration.

Le cylindre reçoit les signaux provoqués par les phénomènes à enregistrer, lesquels sont déterminés par le passage d'étincelles d'induction, dont la production est due elle-même à la rupture de courants spéciaux.

Le chronographe Schultz ne comportait dans l'origine qu'une seule bobine d'induction et une seule pointe marquante; pour l'adapter à l'emploi de la balance manométrique et lui permettre de noter sans confusion les signaux différents qui pouvaient être produits, au nombre de dix, dans un intervalle de temps inférieur à un millième de seconde, il fallait le munir de dix pointes et de dix bobines indépendantes; mais les inconvénients de l'enregistrement par l'étincelle d'induction se manifestaient alors avec force et devenaient un obstacle insurmontable.

Il fallut remplacer ce mode d'enregistrement par un autre plus précis et plus maniable. MM. Marcel Deprez et Sebert furent ainsi conduits à construire un grand chronographe spécial qui présente des dispositions nouvelles et qui peut être appliqué aux recherches les plus variées.

M. Sebert a successivement fait construire une série d'autres appareils de mesure des pressions, établis encore d'après les propositions de M. Marcel Deprez.

Ces appareils, qui furent dénommés *accélérographes* et *accéléromètres*, permettaient de déduire la loi des pressions successives développées par les gaz de la poudre de l'enregistrement du mouvement d'un piston lancé par l'action de ces gaz.

L'Académie connaît du reste ces appareils, qui ont fait l'objet de Communications présentées par M. Bertrand dans les séances des 29 juin et 2 novembre 1874.

Elle connaît la part qui revient à M. Marcel Deprez dans ces travaux,

puisqu'elle a décerné à cet ingénieur le prix Montyon de Mécanique dans la séance du 23 avril 1877.

Je ne m'appesantirai donc pas davantage sur ce point, afin d'arriver aux travaux plus personnels de M. Sebert et aux recherches originales dont il me reste à parler.

M. Sebert se préoccupait surtout de donner une forme pratique aux appareils, dont les premiers types ont été indiqués plus haut, appareils qu'il avait pour mission de faire appliquer dans le service courant des expériences de l'Artillerie de la Marine.

Pour les balances manométriques, il est arrivé à les perfectionner au point de rendre inutile l'emploi du chronographe spécial et des organes électriques, toujours si délicats, qui l'accompagnent. Il a réussi à établir des appareils dont les pistons marquent eux-mêmes directement sur un cylindre tournant les instants où ils se mettent en mouvement. Ces appareils, réduits à un faible volume et ne comportant que des organes mécaniques simples, sont alors entièrement placés sur le canon; un ressort spiral, qu'un déclic permet de mettre en liberté à distance, donne un mouvement de rotation rapide au cylindre au moment voulu; ce cylindre, en tournant, provoque lui-même la mise de feu électrique au canon et met aussi, à ce moment, en vibration un diapason muni d'un style qui trace sur sa surface et indique ainsi exactement la vitesse réellement acquise par le cylindre au moment même où le coup de canon part et où les pistons inscrivent les traces de leur mise en mouvement.

Pour les accélérographes qui enregistrent, comme on sait, les parcours d'un piston poussé par les gaz de la poudre, pendant les instants successifs marqués par un organe chronométrique spécial, M. Sebert a réussi à accroître la précision des traces, en faisant usage d'appareils de tarage qui, au moment même où s'effectue chaque expérience, font connaître la marche exacte des organes chronométriques.

Il a construit à cette occasion, et en s'inspirant des travaux de M. Le Roux, un chronographe de chute qu'il a transformé, par des additions successives, en un appareil de recherche extrêmement commode, avec lequel il a pu exécuter de nombreux travaux. Parmi ces travaux figure la détermination du retard d'inflammation des amorces électriques, étude qui a conduit à des perfectionnements importants dans la fabrication de ces amorces.

En étudiant avec soin le mode de fonctionnement des accélérographes,

il a été conduit, en outre, à les disposer de façon à leur faire enregistrer non seulement la loi du mouvement de lancé du piston placé sur la pièce, mais encore celle du recul même de la bouche à feu.

Il a pu ainsi établir, pour la première fois, la démonstration expérimentale d'un fait, qui était indiqué, il est vrai, par la théorie, mais qui avait été parfois mis en doute, à savoir que le canon commence mathématiquement son mouvement de recul au moment même où le projectile reçoit dans l'âme son premier déplacement.

Ce fait permettait d'utiliser le recul même des bouches à feu pour obtenir, au moins avec une certaine approximation, la loi du développement des pressions dans l'âme, et il devait conduire M. Sebert à la création d'une nouvelle série d'appareils d'un emploi des plus commodes.

Ces appareils sont les *vélocimètres,* dont un premier type a été présenté à l'Académie par M. Berthelot dans sa séance du 22 juillet. Dans ces appareils, un ruban d'acier noirci est entraîné par la bouche à feu dans son recul. Un diapason vibrant, entretenu électriquement, laisse sur ce ruban des traces qui font connaître exactement le déplacement du canon.

Des enregistreurs électromagnétiques, inscrivant leurs signaux à côté des traces du diapason, complètent l'appareil et le transforment en chronographe, car ils enregistrent, par exemple, les instants du passage du projectile à travers des cadres-cibles placés sur son trajet, et permettent ainsi de déterminer les vitesses successives du boulet.

Plus tard, M. Sebert a simplifié encore l'appareil, en remplaçant le diapason entretenu électriquement par un diapason vibrant mécaniquement sous l'effet du choc d'un percuteur disposé pour mettre le feu à la pièce, au moment même où il met le diapason en marche.

Il a disposé des appareils analogues pour étudier la loi du recul de canons de fusil, et déterminer ainsi les pressions développées dans la combustion des cartouches d'armes portatives.

Enfin, en employant le vélocimètre, sans le mettre en relation avec une bouche à feu, et le disposant de façon à en provoquer le fonctionnement par une traction directe exercée, à la main par exemple, sur le ruban noirci, il a pu transformer cet appareil en un chronographe portatif, extrêmement maniable et d'un usage général, avec lequel il a pu, entre autres expériences intéressantes, déterminer la vitesse de transmission de la détonation dans les corps explosifs, tels que le coton-poudre et la dynamite, vitesses qui atteignent 4000^m à 5000^m par seconde.

Cette recherche a reçu une application importante dans les services militaires.

Ces résultats ne faisaient pas perdre de vue à M. Sebert les recherches ayant pour but de déterminer directement la loi même du mouvement du projectile dans l'âme, loi que le mouvement de recul de la bouche à feu ne pouvait faire connaître qu'avec une approximation insuffisante.

Déjà, en 1878, il avait réussi à recueillir, sur le chronographe dont il a été question précédemment, des signaux marquant les instants du passage du projectile en des points déterminés de l'âme, et cela en faisant usage d'interrupteurs spéciaux simplement fixés dans le canon par adhérence, au lieu de se servir, comme on l'avait fait jusque-là, d'interrupteurs placés dans des logements forés dans les parois.

En évitant la perforation de ces parois, ce procédé constituait un perfectionnement notable, surtout pour les bouches à feu de gros calibre dont le prix de revient est si considérable.

Mais une invention différente devait bientôt diriger les recherches de M. Sebert dans une nouvelle voie, et leur donner une extension beaucoup plus grande.

Vers le commencement de l'année 1880, M. Sebert concevait l'idée de mettre à profit les forces d'inertie considérables développées lors du départ du projectile, pour faire enregistrer la loi même du mouvement de ce projectile par des organes logés dans son intérieur.

Le premier type de projectile-enregistreur réalisé par lui a été présenté à l'Académie par M. Bertrand, dans la séance du 21 juin 1880.

On se rappelle que, dans cet appareil, une tige centrale noircie est placée dans l'axe du projectile, et que le long de cette tige se déplace un curseur muni d'un diapason porteur d'un style.

Au moment du tir, le curseur, placé originairement à l'avant du projectile, ne pouvant, par suite de son inertie, se déplacer d'une quantité appréciable pendant le temps très court que le projectile met à parcourir une longueur égale à la course libre du système mobile, peut être considéré comme restant en repos. On obtient donc un mouvement relatif du curseur par rapport au projectile, dans lequel les déplacements de ce curseur le long de la tige sont à chaque instant égaux et contraires à ceux du projectile même.

Le déplacement du curseur sur sa tige, au moment du départ du projectile, produit l'arrachement d'un coin engagé entre les branches du dia-

pason et met, de cette façon, celui-ci en vibration; on obtient ainsi, par fractions successives de temps pouvant descendre au dessous de $\frac{1}{5000}$ de seconde, les parcours correspondants du projectile dans l'âme, à partir de l'origine de son mouvement ([1]).

A l'arrivée au but, le projectile est recueilli dans une chambre à sable, et l'on trouve à l'intérieur la tige centrale intacte portant les tracés, tandis que le curseur et le diapason, qui, à la fin de leur course, heurtent violemment contre les parois du projectile, ne sont retrouvés le plus souvent que brisés en menus fragments.

Le projectile, ainsi disposé, ne fait connaître la loi de son mouvement dans l'âme que sur un parcours égal à la course libre laissée au curseur, soit au plus $0^m,40$ pour un projectile du calibre de $0^m,24$; il est vrai que cette portion du parcours est celle qui fournit les résultats les plus intéressants quand il s'agit de la détermination des pressions développées dans l'âme par les gaz de la poudre; car le maximum de pression se produit après un parcours relativement faible du projectile.

Mais, dès les premiers essais faits à la poudrerie de Sevran, M. Sebert avait entrevu la possibilité de disposer les appareils pour leur faire donner la loi du mouvement sur un parcours beaucoup plus étendu, et il en avait indiqué à l'avance le moyen dans la Communication faite à l'Académie. Ses prévisions se sont réalisées; il a réussi, en effet, à adapter à la même tige centrale d'un projectile enregisteur deux curseurs indépendants, munis de diapasons inscrivant leurs traces sur des faces différentes.

L'un de ces curseurs, laissé libre, commence son mouvement relatif dès le premier déplacement du projectile et fait connaître la loi de ce déplacement initial, ainsi qu'il a été dit plus haut. L'autre curseur est d'abord maintenu fixe sur la tige et, par suite, entraîné au début avec le projectile, dont il prend la vitesse; puis il est tout à coup rendu libre, au moment même où le premier curseur arrive à l'extrémité de sa course. Le second curseur conserve alors la vitesse qu'il a acquise et se trouve, par suite, animé d'un mouvement uniforme connu; il se déplace néanmoins sur la tige, en

---

([1]) Il est facile de voir que l'adhérence du coin ou les frottements du curseur sur la tige ne peuvent produire qu'un déplacement insensible du curseur pendant ce temps; car, si l'on suppose l'effort d'entraînement résultant de ces causes réunies égal même à 20 fois le poids du curseur, ce qui est bien loin de la réalité, la formule du mouvement uniformément accéléré, indique que le déplacement de ce curseur ne pourrait dépasser $\frac{1}{10}$ de millimètre en $\frac{1}{1000}$ de seconde, temps voisin de la durée du parcours total du curseur sur sa tige.

vertu d'un mouvement relatif dû à l'accroissement de vitesse du projectile. Le diapason qu'il porte enregistre ce mouvement relatif.

De la connaissance de ce mouvement relatif, on déduit aisément le mouvement réel du projectile. On constate ainsi la nature de ce mouvement pendant tout le temps que le second curseur met à parcourir sa tige; or ce temps résulte de la différence entre l'accroissement de vitesse du projectile et la vitesse uniforme déjà acquise par le curseur au moment où il a été rendu libre.

Le parcours total du projectile ainsi enregistré se trouve donc bien supérieur à la simple longueur de la course du curseur sur la tige. Après quelques tâtonnements inévitables, M. Sebert a réussi à construire des appareils assez robustes et de formes assez simples pour assurer le fonctionnement du déclanchement qui rend libre le second curseur au moment voulu; il a ainsi résolu, certainement pour la première fois, le problème de la production d'un déclanchement obtenu sur des organes animés d'une vitesse atteignant 200^m. Par ce procédé et pour les projectiles du calibre de $0^m,24$, dans lesquels les curseurs ont un parcours libre de $0^m,40$ seulement, il a pu obtenir l'enregistrement de la loi du mouvement sur une longueur de près de 2^m, c'est-à-dire sur une très grande partie de la longueur de l'âme.

Mais ce n'est pas tout ce que M. Sebert a demandé à ce mode d'enregistrement. Réduits à ce que je viens de dire, les projectiles enregistreurs ne peuvent faire connaître que la force accélératrice de leur mouvement réel, force accélératrice qui ne correspond pas exactement à l'effort exercé par la poudre; or c'est lui que l'on a intérêt à connaître. Les dispositions décrites ci-dessus ne donnent la mesure que de la différence entre cet effort et la résistance passive inconnue due au forcement et au frottement, si intenses dans les pièces rayées.

L'addition d'un nouvel organe à ceux que nous avons déjà décrits a permis de mesurer aussi l'effort développé par la poudre à chaque instant, et par suite de déterminer, par différence, la résistance correspondante opposée au mouvement par les rayures.

Cet organe consiste dans un piston coulissant très librement dans la paroi d'un projectile enregistreur, et dont le mouvement relatif, par rapport à ce dernier, est enregistré par un diapason spécial fixé à l'intérieur du projectile.

Ce piston, dont la base débouche dans le culot, et qui est par suite sou-

mis à l'action directe des gaz de la poudre, prend dans le projectile un mouvement différentiel que le tracé recueilli fait connaître, et dont il est facile de déduire le mouvement réel, parce que l'on connaît celui du projectile.

La connaissance de ce dernier permet de calculer les accélérations correspondantes, et par suite les pressions réelles développées par la poudre.

Là ne se bornent pas les applications des projectiles-enregistreurs, dont l'emploi n'est encore, on peut le dire, qu'au début.

Si, dans un de ces projectiles, on place, avant le tir, le curseur à diapason contre le culot et non à l'avant du projectile, ce curseur restera appliqué fortement contre le culot tant que le mouvement sera accéléré et, par suite, tant que le projectile restera engagé dans l'âme et soumis à l'impulsion de la poudre; mais, lorsque ce projectile est sorti du canon et lorsque son mouvement commencera à se ralentir, par suite de la résistance de l'air, le curseur, conservant, en vertu de son inertie, la vitesse qu'il avait acquise, commencera à se déplacer le long de la tige en gagnant de vitesse sur le projectile, et, muni d'un diapason, il inscrira la loi de son mouvement relatif et, par suite, fera connaître la résistance du milieu qui produit le ralentissement du mouvement du projectile.

L'expérience a prouvé qu'un appareil ainsi disposé peut faire connaître la loi du mouvement du projectile sur un parcours d'une centaine de mètres en avant de la bouche à feu et donner des indications utiles sur ce qui se passe dans le voisinage immédiat de la pièce, c'est-à-dire dans une région où le projectile se meut au milieu de gaz qui se trouvent encore projetés violemment en avant de lui et sous de fortes pressions.

On constate ainsi des résultats qui peuvent surprendre au premier abord, à savoir que ce n'est pas à la sortie même de la bouche à feu que la vitesse du projectile atteint son maximum, mais que cette vitesse peut s'accroître jusqu'à une distance considérable de la pièce. C'est ainsi que, dans le canon de $0^m,24$, cette vitesse peut croître jusqu'à 40^m ou 50^m du canon.

Si, dans l'expérience qui précède, on fixe le curseur placé près du culot au moyen d'une goupille en plomb suffisante pour l'empêcher de prendre un mouvement relatif sur la tige lorsque la vitesse du projectile commence à se ralentir par l'effet de la résistance de l'air, et si l'on suppose le projectile pénétrant dans un milieu résistant, comme une chambre à sable ou même une muraille de navire, la goupille sera brisée par la violence du choc, et le curseur, devenu libre, se déplacera alors dans le projectile en

faisant connaître la loi du mouvement de ce dernier dans le milieu traversé. On pourra donc ainsi déterminer la résistance de ce milieu à chaque instant. Cette expérience a déjà été exécutée, à plusieurs reprises, avec succès pour des tirs dans des chambres à sable, et a procuré des résultats curieux sur la résistance opposée par le sable au mouvement des projectiles.

Des projectiles de rupture en acier, qui sont susceptibles de traverser sans déformation, sous certaines conditions de tir, des plaques de blindage en fer doux, sont en préparation pour répéter ces essais dans des massifs cuirassés. Ces expériences pourront fournir sans doute aussi des renseignements précieux tant sur les moyens d'améliorer la qualité des plaques de blindage que sur les conditions les meilleures à adopter dans la construction des projectiles de rupture.

On voit l'importance des travaux déjà exécutés par M. le lieutenant-colonel Sebert dans une région de la Science jusqu'ici peu explorée. Les résultats de ces travaux ont été consignés par lui dans un grand nombre de publications. La description de tous les appareils balistiques nouveaux dont il a dirigé la construction est donnée d'une façon complète dans l'Ouvrage intitulé *Notice sur de nouveaux appareils balistiques*, Ouvrage dont la première Partie seulement est parue, et qui est accompagné de figures et de Planches nombreuses, représentant les appareils eux-mêmes, et, pour quelques-uns d'entre eux, des spécimens des tracés qu'ils fournissent.

Une grande partie de ces appareils figurait à l'Exposition d'électricité, où ils ont valu à M. Sebert la médaille d'or. La nomenclature de ces derniers se trouve dans la Liste détaillée des objets exposés par le département de la Marine, qui a été publiée par ce département.

L'ensemble de ces travaux est certainement de nature à faire progresser la fabrication de l'artillerie de la Marine, à la rendre plus efficace pour les résultats qu'on en veut obtenir, et à accroître ainsi la puissance de nos forces navales.

Votre Commission a, en conséquence, décerné à M. **Sebert** la moitié du prix de *six mille francs*, qui lui eût été, à juste titre, attribué tout entier sans le désir de la Commission d'encourager aussi l'auteur d'un autre travail très intéressant dans une des autres sciences si diverses qui concourent à notre puissance maritime.

Rapport sur les travaux de M. Brault ; par M l'amiral **Paris**.

La Météorologie, ou connaissance de ce qui se passe dans l'atmosphère terrestre, est de date très récente, malgré le rôle important qu'elle aurait joué à l'époque où les voiles étaient notre seul moteur. Quelques traditions, puis les routes probablement les meilleures pour aller dans l'Inde et en Chine, furent données par d'Après de Mannevilette, capitaine de la Compagnie des Indes françaises, puis perfectionnées par Horsburgh, capitaine de la Compagnie anglaise des Indes. Les marins s'en contentèrent longtemps, sans songer à utiliser ce qu'ils éprouvaient journellement, et ce fut le capitaine américain Maury qui, le premier, eut l'idée de grouper sur une carte divisée en carrés les probabilités de la direction des vents pour chaque saison. Plus tard, l'amiral Fitzroy ajouta de nouveaux éléments ; mais personne en France ne s'occupa sérieusement de cette question, qui avait grandi prodigieusement chez les étrangers. On doit donc avouer que nous sommes partis les derniers dans cette voie, et de beaucoup ; mais aussi nous pouvons dire maintenant que nous avons rattrapé le passé, pour nous mettre en tête de ces études, et que, d'une enjambée, M. le lieutenant de vaisseau Brault a dépassé tous ses devanciers. Il a réuni tant de documents négligés et les a groupés avec des méthodes si claires, que ses travaux sont certes les meilleurs qui existent dans leur genre. On va en juger par l'exposé suivant.

Lorsqu'en 1869 M. Brault écrivit au Ministre de la Marine, l'amiral Rigault de Genouilly, pour demander d'entreprendre l'important travail de Météorologie nautique qu'il poursuit encore aujourd'hui, son but principal n'était pas seulement de continuer et d'agrandir l'œuvre de Maury, mais plutôt de faire une œuvre française, composée principalement de documents français qui n'avaient pas encore été utilisés, et digne d'être mise en parallèle avec les grands travaux analogues qui se publient en Amérique, en Angleterre, en Hollande et en Allemagne.

Peut-être accordera-t-on qu'en 1878 l'auteur avait déjà atteint son but, si l'on songe qu'à l'Exposition universelle un jury international décernait à M. Brault, pour ses travaux de Météorologie nautique, ainsi qu'à MM. Belgrand, Lemoine et Woeikoff, une des plus hautes récompenses dont il pouvait disposer. Cependant, à cette époque, M. Brault n'avait encore publié que ses Cartes de l'Atlantique nord et de l'Atlantique sud, plus

quelques Mémoires dans la *Revue maritime*, dans l'*Annuaire de la Société météorologique de Vienne* et dans l'*Atlas météorologique de l'Observatoire*.

Aujourd'hui, cet officier présente deux grands Ouvrages à l'Académie. Le premier est un album de seize Cartes grand-aigle, embrassant les trois Océans et donnant, par trimestre, la direction et la force des vents. On remarquera que ces Cartes sont trimestrielles, comme celles de l'Amirauté anglaise, mais elles ajoutent à la fois la force avec la direction, et c'est en cela qu'elles sont plus complètes que celles publiées jusqu'à présent et plus utiles aussi à la navigation; car à quoi bon savoir si la direction sera bonne, si l'on trouve une brise si faible qu'elle fait à peine avancer. D'ailleurs, M. Brault a fait son dépouillement par mois, ce qui lui permet d'exécuter des Cartes mensuelles pour tous les parages où cela peut être nécessaire, ainsi qu'il le fait en ce moment pour les mers voisines du cap Horn.

M. Brault est donc le premier à avoir étudié l'intensité du vent à la surface de la mer, comme on avait étudié jusqu'ici sa direction.

Les Cartes de l'Atlantique nord parurent en 1875, et furent présentées à l'Académie dans sa séance du 6 septembre de la même année. Elles contiennent 230000 observations de direction et 230000 observations d'intensité.

Construites à l'aide de documents français, elles eurent l'avantage de prouver toute la valeur de ces documents et le degré de confiance qu'on devait leur accorder.

En 1876 parurent les Cartes de l'Atlantique sud, et en 1880 celles de la mer des Indes et du Pacifique.

Les Cartes françaises contiennent 1320000 observations.

Elles ont à la fois un but pratique et un but théorique. Au point de vue pratique, elles portent à la connaissance de l'officier deux des éléments principaux de sa traversée. Au point de vue théorique, elles éclairent et précisent certains problèmes relatifs à la direction et à la vitesse des couches inférieures de l'atmosphère, comme cela résulte de plusieurs Notes insérées aux *Comptes rendus* de 1875, 1876, 1877 et 1879.

C'est ainsi que, de la Carte de juillet-août et septembre de l'Atlantique nord, l'auteur a pu tirer une sorte de Tableau du mouvement général de l'atmosphère dans cet océan, Tableau bien différent de celui indiqué par Maury et peut-être destiné à devenir classique, puisqu'on le trouve déjà dans les Traités de Physique, tel que l'avait indiqué M. Brault dans une Note inscrite aux *Comptes rendus* du 14 avril 1876, et tel qu'il fut gravé dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France*.

Quant à l'utilité pratique des Cartes de M. Brault, elle est démontrée par la quantité employée sur les navires, et depuis l'apparition des Cartes de l'Atlantique nord on en a fait plusieurs tirages et répandu deux mille de ces Cartes dans la marine.

Inutile d'ajouter que les Cartes de M. Brault sont réglementaires à bord des bâtiments de la flotte.

En outre, M. Brault présente à l'Académie un grand in-folio publié par le Ministère de l'instruction publique, au Bureau central météorologique, et dont M. le vice-amiral Cloué, alors Ministre de la Marine, a accepté la Dédicace.

Cet in-folio est intitulé : *Études sur la météorologie des vents dans l'Atlantique nord.* Il est divisé en deux Parties : la première comprend quarante-sept mille observations sur la direction et la force des vents, tirées de vingt mille journaux de bord contenus dans nos archives maritimes; la seconde une série de Cartes données comme spécimen de celles qu'on peut tirer des observations précédentes.

Parmi ces Cartes, il en est une très remarquable, celle des isanémones d'été ou courbes d'égale vitesse des vents. M. Brault est le premier à avoir construit une Carte de cette sorte. Or il arrive, et c'est là un fait dont l'importance n'échappera à personne, que les courbes d'isanémones moyennes d'été reproduisent presque identiquement la courbe d'isobares moyennes ou pressions moyennes de l'air.

Ce seul fait, qui montre la liaison existant entre la vitesse moyenne des vents et la répartition moyenne de la pression barométrique, ne suffirait-il pas à prouver l'utilité scientifique de pareils travaux ?

En résumé, les deux Ouvrages soumis à la Commission par M. Brault représentent un travail très considérable : on n'en a jamais fait de tel en France; ils contiennent un élément nouveau et important, celui de la force du vent à la surface des mers, qu'on n'avait pas encore étudiée.

Et pourtant ce travail ne doit être considéré que comme le résultat d'une partie des nombreux documents que l'auteur possède aujourd'hui, documents qui portent non seulement sur la direction et la force des vents, mais encore sur leur succession, sur les courants, sur la pluie, l'état du ciel et de la mer, la proportion des tempêtes, enfin sur tous les éléments principaux de la Météorologie nautique.

C'est la distillation, l'esprit des milliers de journées et de nuits passées à la mer par des milliers de marins dans toutes les mers du globe et dans toutes les saisons, avec toutes leurs chances bonnes et mauvaises.

La position qu'occupe aujourd'hui M. Brault à la tête du service central météorologique de la Marine permet de conclure que de tous ces matériaux, qui ne feront qu'augmenter encore, sortira chaque année quelque conclusion utile à la Navigation et à la Science.

Ce que le marin de nos jours sait de plus certain sur sa route en mer, c'est la Météorologie nautique qui le lui apprend, et la source la plus abondante à laquelle le savant peut puiser pour connaître les grandes lois de l'atmosphère, c'est la Météorologie nautique qui lui en ouvre la connaissance.

Les grands travaux que poursuit toujours M. Brault intéressent donc autant la Navigation que la Physique du globe.

C'est à ce double point de vue que s'est placée votre Commission pour décerner la moitié du prix de *six mille francs* à M. **Brault**.

L'Académie approuve les conclusions de chacun de ces Rapports.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Bertrand, Puiseux, Bouquet, Phillips; Hermite, rapporteur.)

La Commission décerne, à l'unanimité, le prix Poncelet, pour l'année 1881, à M. **Briot**, à raison de l'ensemble de ses travaux mathématiques, et spécialement pour son Ouvrage sur la « Théorie des Fonctions abéliennes ».

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, Resal, Bresse; Tresca, rapporteur.)

La Commission du prix de Mécanique de la fondation Montyon a été d'avis, cette année, qu'il y avait lieu de le répartir entre deux mérites de natures très différentes, entre M. **Armengaud** père et M. **G. Sire**.

M. Armengaud est certainement, de tous les auteurs qui ont écrit sur la mécanique industrielle, celui qui a été le plus consulté par les praticiens. Sa publication industrielle des machines, outils et appareils employés dans les arts mécaniques est sans contredit le recueil le plus vaste et le plus fidèlement renseigné que nos constructeurs aient à leur disposition. Commencée en 1848, cette publication, qui est arrivée aujourd'hui à son 27e volume,

ne renferme pas moins de 1200 planches dessinées avec une entière perfection, et qui forment en quelque sorte une collection méthodique des principales branches du développement des arts mécaniques dans notre pays. L'auteur a pu en extraire divers ouvrages plus spéciaux : un Traité des machines à vapeur; un Traité des moteurs hydrauliques; un Traité des machines employées au sciage des bois; un Atlas des principales machines-outils; ainsi que le *Vignole des mécaniciens*, qui forme un précieux tableau de tous les organes le plus fréquemment employés dans la construction des machines, avec une discussion judicieuse de chacune de leurs proportions, dans les différents cas de l'application.

C'est donc un mérite surtout industriel et pratique que votre Commission vous propose de récompenser chez M. Armengaud, comme dernière sanction de l'utilité d'un Ouvrage dont le succès est dès longtemps consacré dans nos usines.

M. Sire, docteur ès sciences, ancien directeur de l'École d'horlogerie de Besançon, n'a cessé depuis vingt-cinq ans de s'occuper d'une des questions de mécanique théorique et expérimentale qui ont le plus exercé la sagacité des physiciens.

Son premier travail sur ce sujet date de 1857; il est consacré à l'étude de la tendance des axes de rotation au parallélisme, et à son application à la détermination expérimentale de la rotation terrestre. Ses recherches, presque contemporaines de la mémorable expérience de Foucault, ont cependant été dirigées de toute autre façon, vers la construction d'appareils de démonstration se suffisant en quelque sorte à eux-mêmes, sur la table de l'observateur, et mettant en évidence la vérité dans une foule de problèmes de mouvements relatifs, qui, surtout quand il s'agit de rotation, sont, pour la plupart, d'un effet si imprévu.

Le polytrope de M. Sire en 1862, son pendule gyroscopique et enfin son dévioscope, qui date de cette année même, mettent en complète clarté des résultats d'un grand intérêt scientifique, et l'on sait combien la théorie des mouvements relatifs a servi au progrès de nos connaissances mécaniques dans les questions les plus délicates.

Par ces motifs, la Commission propose à l'Académie d'encourager M. Armengaud père et M. G. Sire, en partageant entre eux le prix de Mécanique de l'année 1881.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Tresca, Rolland, Phillips; amiral Pâris, rapporteur.)

Un officier de marine, doué d'un esprit chercheur, aussi ingénieux que pratique, M. le commandant **G. Fleuriais**, s'applique, depuis plusieurs années, à perfectionner les instruments de navigation pour les mettre à la hauteur de la marine à vapeur.

Depuis vingt ou trente ans, on avait proposé de nouveaux procédés, pour prendre plus facilement des observations de nuit à la mer; la mesure de la vitesse des navires et la constatation de la direction suivie sur l'eau étaient des problèmes dont on avait cherché la solution, mais jusqu'à présent aucun des procédés imaginés n'avait été trouvé assez satisfaisant pour entrer dans la pratique et devenir réglementaire.

M. Fleuriais a eu le talent de résoudre ces questions délicates d'une manière assez pratique pour avoir été d'une application immédiate sur les navires de la flotte et pour rendre ainsi des services dont les détails suivants donneront l'idée.

Sextant pour observations de nuit. — L'application de la vapeur à la presque totalité des navires a produit une modification radicale dans la conduite des traversées maritimes.

Autrefois le navire à voiles, incertain sur sa position, n'hésitait pas à mettre en panne aux approches des terres pour n'aller les reconnaître que pendant le jour. Aujourd'hui qu'on brûle du charbon et qu'on porte une lourde machine pour marcher vite, il faut atterrir ou donner dans un détroit la nuit comme le jour.

Les observations de nuit ont pris dès lors une grande importance et plusieurs tentatives ont été faites pour parvenir à les obtenir à l'aide de l'horizon de la mer.

Des toupies munies de glaces, des niveaux portés par la lunette, ont été successivement proposés; mais les mouvements irréguliers des navires ont fait échouer ces différents essais, dont le but était d'affranchir de l'aspect de l'horizon, qui est trop imparfait pendant la nuit pour obtenir le contact d'un astre.

M. Fleuriais a considéré, d'une part, que de deux lignes, dont l'éclairage est insuffisant, la plus longue est la plus visible;

D'autre part, que le maximum de grossissement et de clarté est obtenu lorsque le diamètre de l'anneau oculaire est égal à celui de la pupille, et il a été amené ainsi à construire une lunette astronomique de $0^{m},040$ d'ouverture, répondant aux conditions ci-dessus indiquées et s'adaptant facilement sur le modèle ordinaire des sextants. C'est une modification radicale du premier essai de M. Laurent, lieutenant de vaisseau, usité il y a une quinzaine d'années.

Pour le second point, considérant que le sérieux obstacle à la bonne observation des hauteurs de nuit réside dans l'éclat de l'étoile réfléchie qui agit par contraste avec le peu de lumière de l'horizon, juste au point où doit se faire le contact, M. Fleuriais a établi entre le grand et le petit miroir un prisme biréfringent, qui substitue à l'étoile simple deux images placées dans un plan parallèle à celui de l'instrument.

L'observation consiste alors à faire passer la ligne d'horizon entre ces deux images, opération nette et facile. Si l'une des images d'étoile est vue immergée et l'autre émergée, la hauteur est certaine à une approximation égale à la moitié de l'angle de dédoublement du prisme.

Après une longue série d'essais, de 1872 à 1875, il a été reconnu que de la sorte les observations de hauteur étaient possibles tant que l'œil pouvait distinguer la ligne de démarcation entre le ciel et l'eau et que la hauteur était exacte à 4′ près, chiffre très suffisant dans la pratique.

Le sextant de M. Fleuriais a été adopté officiellement en 1876 par la Marine et se trouve aujourd'hui sur tous les navires destinés à de grandes campagnes.

Il est donné chaque année comme prix à l'élève sorti le second de l'École navale.

Les pays étrangers, l'Espagne en particulier, en font construire, et le Mémoire explicatif, publié dans la *Revue* de 1874, a reçu la médaille d'or instituée par l'amiral de Montaignac.

Loch-moulinet. — Les grandes vitesses actuelles des navires à vapeur rendent l'emploi de l'ancien loch non seulement pénible, mais même presque impossible. Il faut cinq ou six hommes pour retirer la ligne, et celle-ci casse fréquemment.

Le désir de s'affranchir de ces inconvénients a donné naissance à plusieurs projets de lochs mécaniques.

Une hélice agissant sur un compteur immergé est la base de presque tous ces appareils (*Loch Massey, Le Cointre*, etc.), mais ils ont donné des

résultats médiocres ; la moindre déformation des ailes de l'hélice, le changement de frottement et de recul suivant les vitesses, sont autant de causes d'erreur. Un arrêt de l'instrument laisse dans l'incertitude.

M. Fleuriais a pensé qu'un moulinet à cuillers hémisphériques, semblable, sauf pour les dimensions, aux anémomètres Robinson, constituerait au sein de l'eau un mesureur doué d'un pouvoir moteur considérable, et par suite capable de donner d'une façon régulière des chiffres précis en dépit des variations accidentelles des frottements du système. La facilité de fabrication, le peu d'influence des déformations des hémisphères, devaient rendre les conditions de convenance pratique presque certaines. L'expérience a entièrement justifié ces prévisions.

Le loch de M. Fleuriais se réduit à un moulinet de $0^{m},15$ environ de rayon, tournant entre les branches d'une chape en fer à cheval.

Une remorque conductrice de l'électricité établit la liaison avec le bord.

L'une des extrémités du conducteur est en relation avec une sonnerie et avec une petite pile, dont le pôle-charbon est lié au doublage de la carène. L'autre extrémité, dénudée sur une petite longueur, appuie simplement sur une roulette mi-cuivre, mi-gaïac, calée sur l'arbre du moulinet.

Lorsque ce dernier tourne, le courant, suivant que le bout du conducteur porte sur le gaïac ou sur le métal de la roulette, trouve, pour se perdre à la mer, tantôt une section très petite, tantôt la surface relativement grande du moulinet et de sa monture.

L'intensité du courant passe donc à chaque tour par un minimum et un maximum amplement suffisant pour actionner l'armature de l'aimant. Le nombre de coups frappés par le marteau pendant la durée d'un sablier exprime la vitesse.

Récemment il a été démontré que, à la rigueur, la pile était inutile : en fixant à la monture un morceau de zinc et en substituant un cornet de téléphone à la sonnerie, les pulsations produites sont assez sonores pour être entendues à 1^{m} de distance.

L'extrême simplicité de cet appareil a engagé plusieurs capitaines à le faire construire par le mécanicien de leur bâtiment, et tous les Rapports (trente-cinq environ) se sont montrés unanimes à déclarer résolues les questions de précision et de convenance pratique. Le 16 novembre 1881, sur la proposition de l'amiral commandant en chef l'escadre d'évolution, le Ministre a rendu le loch-moulinet réglementaire à bord des bâtiments

de la flotte. Le modèle, déposé à l'Exposition d'électricité et médaillé, venait de parcourir 39 000 milles marins, soient 72 306^{km}, en passant deux fois par les grosses mers des parages du cap Horn.

Anémomètre. — Compas avertisseur. — Dès qu'il existe à bord une sonnerie et une pile toujours en fonction, la pensée vient naturellement d'en profiter pour obtenir des renseignements de différents genres, et la vitesse du vent, ainsi que le contrôle incessant de la route du navire, constituent deux éléments des plus utiles à la Navigation, auxquels les progrès de la Météorologie donnent une nouvelle importance; mais les résultats obtenus jusqu'ici au moyen d'instruments délicats, tenus à la main, ont été médiocres. M. Fleuriais attribue cet état de choses aux tourbillons d'air occasionnés par les révolins de vent produits par les voiles, les embarcations et tout ce qui tient à la muraille du navire, ce qui l'a conduit à construire un anémomètre qui prend son point d'appui sur la pointe du paratonnerre du mât d'artimon.

Les haubans, aujourd'hui en fer, servent de conducteurs, et le nombre de tours est compté par la sonnerie ou le téléphone du loch. Cet instrument a été établi sur le navire *le Chasseur*, où il a donné pendant deux ans de campagne dans le Pacifique des résultats dont le journal du bord fait ressortir la régularité et qui ont mérité une lettre de félicitation du Ministre. *Le Redoutable* et le transport *la Caravane* ont adopté cette installation, et les rapports de ce dernier navire ont été très favorables.

Le contrôle permanent de la direction de la route est devenu de la plus haute importance sur les navires à vapeur à grande vitesse; aussi on a songé plusieurs fois à avoir des compas avertisseurs, et M. Fleuriais a récemment proposé une disposition fort simple et qui s'installe en quelques minutes sur un compas quelconque du type réglementaire.

L'insuccès des compas avertisseurs précédents a eu pour cause, non la disposition du compas, mais le manque de sensibilité de la sonnerie. En effet, un index porté par une rose et venant butter contre une touche, rebondit aussitôt et, par suite, ne peut fermer un courant que pendant un temps excessivement court.

Le principe des relais pouvait seul donner une solution; mais un relai proprement dit aurait compliqué l'installation, et M. Fleuriais a voulu que la trembleuse ordinaire servît aussi bien que pour le loch et l'anémomètre. Il est arrivé à un succès complet, en rendant la tige du marteau du

timbre indépendante de l'armature et en établissant la liaison obligatoire entre ces deux pièces, au moyen d'un crochet, appelé à jouer le rôle de touche de relai.

Autrement dit, à l'état de repos, la tige du marteau et l'armature n'ont entre elles aucune communication métallique. Si un courant, supposé très faible, passe dans le circuit, l'armature s'avance de $\frac{1}{4}$ de millimètre environ, et, seulement à cet instant, elle vient butter contre le crochet qui la relie au marteau.

Le contact qui résulte de ce mouvement a été utilisé pour *renvoyer le courant directement à la pile*. Dès lors, l'intensité de l'attraction augmente dans une forte proportion, et l'évolution se termine sous l'effet d'un effort énergique *dans le cas même où le circuit extérieur serait rompu*.

Le croiseur à vapeur *le Chasseur* a employé en service courant cette installation, pendant toute sa campagne, et le Dépôt de la Marine vient de faire établir un modèle-type de sonnerie.

Chronographe. — Balancier circulaire. — Les observations astronomiques importantes que M. Fleuriais s'est trouvé appelé par l'Académie à exécuter ont été aussi l'objet des applications ingénieuses de sa pratique éclairée. Ainsi il a construit un chronographe dont le modèle est actuellement déposé à l'Observatoire, et qui, en dehors de ses petites dimensions, $0^m,25$ sur $0^m,13$, présente certaines particularités intéressantes:

1° Les traits correspondant aux secondes de temps et ceux qui correspondent aux tops sont de longueur différente, et les premiers, plus petits que les seconds, sont tracés par la même plume : ce qui supprime la parallaxe des plumes multiples et rend tout réglage sans objet.

2° Le levier porte-plume sort du repos sous l'effet d'un choc, disposition qui garantit l'instantanéité.

3° Comme dans la sonnerie, pour compas avertisseur, le contact de l'armature contre le levier porte-plume donne lieu à une dérivation directe du courant, laquelle force la plume à marquer, quelle que soit la rapidité du coup de doigt sur le bouton d'observation.

Enfin, dans le but de rendre l'instrument essentiellement portatif et de pouvoir l'employer à bord, M. Fleuriais a combiné un balancier circulaire, lequel, mû par l'électricité, donne la seconde sans l'intervention d'un mouvement d'horlogerie et d'un pendule, toujours délicat à régler en voyage.

Cet exposé montre par quels moyens ingénieux M. Fleuriais a su

résoudre les problèmes qui se sont présentés à lui, et, par suite, quels services il rend et rendra aux navigateurs et aux observateurs.

Enfin il y a lieu d'observer que, fidèle aux vieux principes de la Marine, M. Fleuriais s'est non seulement refusé à prendre un brevet, mais il a expressément interdit aux constructeurs d'en prendre sous quelque nom que ce soit.

Marin, il a travaillé pour la Marine.

Par un vote unanime, la Commission a décerné à M. G. Fleuriais, capitaine de frégate, le prix Plumey de l'année 1881.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Rolland, Phillips, Resal, de la Gournerie; Tresca, rapporteur.)

L'Académie avait pensé qu'en affectant le prix Fourneyron à la meilleure locomotive pour tramways, d'abord en 1877, ensuite en 1879, elle se trouverait en présence, au moment de l'attribution qu'elle aurait à en faire cette année, de solutions parfaitement sanctionnées dans la pratique et entre lesquelles elle pourrait faire un choix avec une entière sécurité.

Les faits n'ont pas complètement répondu à cette attente. Sans doute, deux systèmes très dignes d'intérêt, fondés l'un sur l'emploi d'une chaudière sans foyer, l'autre sur celui de l'air comprimé, se sont fait remarquer tout d'abord par des dispositions ingénieuses et imprévues, mais, malgré les applications qui en ont été réalisées, d'une manière un peu restreinte toutefois, la lumière ne s'est pas faite absolument sur l'appréciation des mérites relatifs, et nous ne possédons pas encore les données nécessaires pour réclamer en faveur de l'un ou de l'autre la consécration d'une évidente supériorité.

L'emploi de la chaudière à eau chaude, signalé d'abord à Philadelphie, puis reproduit en France, reposait sur une idée fort originale, puisqu'il se trouvait prouvé, dès les premiers essais, qu'emprisonnée à une température de près de 200°, cette eau pouvait trouver en elle-même toute la chaleur nécessaire pour émettre de la vapeur, à pression successivement décroissante, capable de fournir, d'une manière continue ou discontinue, le travail moteur à la locomotive sur laquelle la chaudière se trouvait placée.

Ce système a été installé sur plusieurs lignes; il fonctionne encore de Rueil à Marly, et, si nos informations sont exactes, il serait prochainement appelé à fonctionner dans plusieurs grandes cités. C'est qu'en effet l'absence de combustible et de toute trace de fumée constitue un progrès sérieux pour la circulation des machines motrices au milieu des villes.

Ce sont ces mêmes avantages qui recommandent tout spécialement l'emploi de l'air comprimé, emmagasiné aussi dans des réservoirs appropriés, sortes de cylindres en tôle d'acier, placés sous les banquettes des voyageurs, et disposés de manière à résister à une pression de 30^{atm} environ au départ, pression qui, si considérable qu'elle puisse paraître, va constamment en diminuant pendant le parcours.

Essayées à Paris, les locomotives à air comprimé pour tramways ont fait un bon usage sur la route de Neuilly et sur celle de Saint-Ouen, où cependant elles n'ont pas donné lieu à une exploitation définitivement assise. On leur a surtout reproché de ne pas réaliser la solution la plus économique, en ce qu'il fallait d'abord comprimer l'air dans une usine fixe, placée à l'une des extrémités de la ligne à parcourir, et n'utiliser ensuite qu'une faible partie de la dépense première de travail. Dans la discussion de cette question, l'inventeur s'est efforcé de démontrer qu'il pouvait faire choix, pour la première compression de l'air, des meilleures machines à vapeur, dépensant par cela même bien moins de charbon que les locomotives ordinaires, et obtenir ainsi une ample compensation sous le rapport de la consommation du combustible. L'usine à compression d'air des Batignolles se faisait en effet remarquer par d'habiles et heureuses combinaisons sous ce rapport.

Une ligne de tramways à air comprimé fonctionne à Nantes depuis l'année 1879, et votre Commission s'est assurée qu'elle donne toute satisfaction, dans une exploitation déjà active, où chaque voiture peut faire jusqu'à 18 voyages par jour, sur un parcours variable de 4000 à 6000^{m}, ce dernier chiffre répondant à la longueur actuelle de la ligne.

Les deux systèmes sont intéressants au point de vue technique; chacun d'eux a réalisé, dans une voie nouvelle, des progrès mécaniques sérieux, mais l'Académie ne pourrait avec certitude prononcer entre des mérites analogues, dont le temps seul est maintenant appelé à consacrer les avantages pratiques.

Il a donc paru à votre Commission qu'elle devait éviter avec soin de porter aucun jugement sur la question d'exploitation; mais, avant de remplacer, suivant les intentions du testateur, le programme actuel du prix

Fourneyron par un autre, elle a pensé qu'il n'était que juste de donner à M. Mékarski, qui s'est occupé, avec persévérance et avec un réel talent, de résoudre les questions difficiles que soulèvent la production de l'air comprimé en quantité suffisante et son meilleur emploi dans les locomotives, eu égard surtout à sa très basse température à l'échappement, un témoignage de sa satisfaction.

La Commission vous propose, en conséquence, et avant de retirer la question du concours, d'accorder à M. Mékarski, personnellement, un encouragement de la valeur de *mille francs*.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Mouchez, Janssen; Tisserand, rapporteur.)

M. Swift, de Rochester (États-Unis), se livre, depuis quatre ans environ, à la recherche des comètes; dans ce court intervalle de temps, il n'en a pas trouvé moins de sept. Il a été assez heureux pour découvrir une comète périodique, la comète III de 1869, découverte par Tempel. Nous avons aujourd'hui une famille de sept comètes périodiques, dont les distances aphélies ne diffèrent pas beaucoup de la distance moyenne de Jupiter au Soleil, et que cette grosse planète paraît avoir jetées dans notre système. Il y aura sans doute des études intéressantes à faire sur ce point d'Astronomie théorique. La première chose à faire est de recueillir de nombreux matériaux; aussi convient-il d'encourager les travailleurs qui consacrent leurs veilles à la recherche des comètes.

La Commission propose de décerner à M. Swift le prix Lalande de l'année 1881.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Mouchez, Janssen ;
Tisserand, rapporteur.)

M. D. Gill, actuellement directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, est connu des astronomes par ses beaux travaux sur la détermination de la parallaxe du Soleil, au moyen des observations de Mars ou d'une petite planète convenablement choisie.

Quand on veut déterminer par cette voie la parallaxe du Soleil, on a recours ordinairement aux observations faites par deux astronomes situés dans les deux hémisphères, et à une distance telle que le déplacement parallactique soit le plus grand possible; mais on rencontre des difficultés assez grandes pour assurer l'identité des procédés de mesure, et une entente parfaite entre les observateurs.

Il existe une autre méthode qui ne présente pas ces inconvénients; un seul astronome, sans se déplacer, peut déterminer la parallaxe de Mars, et par suite celle du Soleil; ici, le changement de position de l'observateur est produit par le mouvement de rotation de la Terre.

Cette méthode a déjà été appliquée il y a deux siècles par D. Cassini; mais elle ne put donner alors des résultats satisfaisants, à cause du peu de précision des instruments de cette époque.

M. Gill l'a employée deux fois avec succès :

Une première fois à l'île Maurice, en 1874, où il était allé observer, avec lord Lindsay, le passage de Vénus; il a profité d'une opposition favorable de Junon pour en conclure sa parallaxe, et par suite celle du Soleil.

En second lieu, M. Gill s'est transporté à l'île Ascension, pour y observer Mars pendant l'opposition de 1877; la distance de Mars à la Terre devait atteindre alors, à fort peu près, son minimum; la station avait été choisie de manière à donner un grand déplacement parallactique; elle présentait en outre de grandes chances de beau temps pendant toute la durée des observations.

L'expédition a pleinement réussi; pendant les six mois que M. Gill a passés à Ascension, il a obtenu vingt-deux séries d'observations de Mars, pouvant donner chacune une valeur de la parallaxe.

La discussion de ces observations montre qu'elles ont été faites avec une

haute précision, et la valeur qui en résulte pour la parallaxe du Soleil paraît devoir être l'une des plus exactes.

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. GILL.

Cette proposition est adoptée.

PHYSIQUE.

PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Fizeau, Becquerel, Jamin, Berthelot, Desains, Cornu, Breguet, Boussingault; du Moncel, rapporteur.)

La Commission est d'avis de décerner le prix de la fondation Lacaze (pour la Physique) à M. GASTON PLANTÉ, auteur d'importants travaux relatifs à l'électricité.

M. Planté a présenté à l'Académie, dès l'année 1859, ses premieres recherches sur la polarisation voltaïque.

En analysant avec soin les effets produits dans les voltamètres formés d'électrodes de divers métaux, comme l'avait fait Ritter, il a montré l'importance du rôle que jouait l'oxydation de l'électrode positive au point de vue de la production des courants secondaires.

Les études faites antérieurement sur la polarisation voltaïque avaient eu surtout pour but d'empêcher sa production dans les piles dont elle constituait la principale cause d'affaiblissement, et cette cause avait été très heureusement neutralisée par M. Becquerel dans la pile à deux liquides et à courant constant.

Se plaçant à un autre point de vue, M. Planté a cherché à mettre à profit les courants secondaires pour *accumuler* la force de la pile voltaïque.

Ayant reconnu que la force électromotrice secondaire d'un voltamètre à lames de plomb dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique était plus énergique et plus persistante que celle des autres métaux, il a été conduit à construire, en 1860, des couples secondaires d'une grande énergie, qui sont devenus classiques, et dont les applications se multiplient chaque jour.

En étudiant attentivement les actions chimiques produites dans ces

couples, M. Planté a pu en augmenter la capacité accumulatrice par une série d'opérations qu'il a désignée sous le nom de *formation*, leur a donné la faculté de conserver leur charge pendant longtemps, et il est parvenu de cette manière à obtenir, pour ainsi dire, l'*emmagasinement* de la force de la pile voltaïque, résultat dont l'industrie pourra tirer peut-être un grand parti.

Considérant cet appareil au point de vue des analogies qu'il présente avec ceux qui servent en Mécanique à accumuler les forces, M. Planté en a mesuré le *rendement*, et a reconnu qu'un couple secondaire convenablement *formé* constituait un *accumulateur* assez parfait du travail de la pile voltaïque. Il en a signalé de nombreuses applications, et tout porte à croire que l'on en réalisera de nouvelles.

Non content d'accumuler le travail d'une pile primaire, M. Planté s'est appliqué à la *transformer*, de manière à obtenir une tension beaucoup plus élevée que celle de la source primitive, à l'aide de batteries ingénieusement disposées, et c'est ainsi qu'il est parvenu à développer, avec deux simples couples de Grove ou de Bunsen, une force électromotrice égale à 1200 de ces éléments, en chargeant une batterie de 800 couples secondaires disposés en surface et la déchargeant en tension conformément à la loi de Volta sur l'addition des forces électromotrices.

Muni d'un appareil d'accumulation et de transformation d'une telle puissance, M. Planté a pu étudier les effets produits par des courants électriques de haute tension, et a observé un grand nombre de phénomènes nouveaux et intéressants, parmi lesquels nous citerons la forme globulaire de l'étincelle elle-même, l'agitation globulaire des liquides autour de l'une des électrodes, son aspiration et son ascension dans des tubes ou sa projection en gerbes, suivant les conditions des expériences, la production de la lumière électrosilicique, l'attaque et la gravure du verre malgré sa nature isolante, etc. M. Planté a montré, en outre, par analyse, le rôle que devait jouer la *quantité* d'électricité jointe à la *tension* dans les grands phénomènes électriques naturels.

Enfin M. Planté a cherché à transformer encore plus complètement le travail de la pile et à obtenir une tension équivalente à celle de l'électricité statique.

Ce problème semblait déjà résolu sans doute par les appareils d'induction; mais M. Planté y est parvenu d'une autre manière, à l'aide d'un appareil formé d'une série de condensateurs à lames de mica chargés en quantité et déchargés en tension, qu'il a désigné sous le nom de *machine rhéostatique*.

Il a obtenu ainsi une transformation plus complète que par l'induction (car le circuit du courant qui agit sur l'appareil n'est jamais complètement fermé), et une séparation plus parfaite de l'électricité positive et de l'électricité négative aux deux pôles. On a pu épuiser de cette manière, sous la forme d'effets statiques, une quantité d'électricité dynamique.

Au moyen de sa machine rhéostatique, M. Planté est parvenu à obtenir des étincelles de $0^{m},12$ de longueur à l'air libre, sous l'influence de sa batterie secondaire de 800 couples. Cette longueur est proportionnelle, du reste, au nombre des condensateurs de cette machine. Mais ce qui est le plus curieux dans les effets produits dans ces conditions, ce sont les formes toutes particulières que prend l'étincelle quand elle traverse de la fleur de soufre ou un mélange de soufre et de minium. Les images de ces étincelles, qu'il a pu fixer sur du papier, ont excité l'intérêt de tous les physiciens, car on peut y trouver quelques indications précieuses sur la manière dont se comporte, l'un par rapport à l'autre, les flux positif et négatif.

Avec les décharges produites par la machine rhéostatique disposée en quantité, M. Planté est parvenu à produire des étincelles diversement colorées, et certaines manifestations mécaniques de la décharge qui peuvent jeter un jour nouveau sur ces phénomènes si complexes.

M. Planté ne s'est pas simplement borné à des expériences de laboratoire, il a publié en 1879, sur tous les phénomènes observés par lui, un Volume très intéressant, savamment étudié, dans lequel la question des courants secondaires est traitée d'une manière complète, et les nombreuses expériences qu'il rapporte sont du plus grand intérêt.

C'est aussi à M. Planté que l'électrolyse doit la substitution des électrodes en fils de plomb aux électrodes en fils de platine, qu'on croyait jusque-là indispensables, et l'industrie a tiré un grand parti de cette substitution.

M. Gaston Planté, depuis plus de vingt ans, s'est occupé sans relâche de ces travaux, et, en raison de l'importance qu'ils ont acquis, la Commission l'a jugé digne d'obtenir, cette année, le prix Lacaze.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.



STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussingault, Cosson, H. Mangon, Bouley de la Gournerie rapporteur.)

Plusieurs des Mémoires envoyés à l'Académie pour le concours de Statistique ont été écartés comme ne satisfaisant pas aux conditions du programme. Les écrits sur la science des actuaires et sur celle des cambistes, les travaux relatifs aux pays étrangers, les ouvrages consacrés à des descriptions ne répondent pas aux intentions du fondateur du prix. Par suite de ces considérations, la Commission n'a admis que huit pièces sur douze qui avaient été adressées à l'Académie.

M. **Antony Roulliet**, lauréat de l'Académie des Sciences morales et politiques, et auteur d'un Mémoire de démographie, auquel l'Académie des Sciences a accordé une mention honorable en 1875, a présenté un volumineux manuscrit intitulé : *Histoire des institutions de prévoyance en France*. Ce travail comprend cinq parties qui sont relatives aux Monts-de-Piété, aux Caisses d'épargne, aux Caisses de retraite pour la vieillesse, aux Caisses d'assurance en cas de décès et d'accidents, et aux Sociétés de secours mutuels. Chacune de ces institutions est étudiée d'abord dans son histoire, puis dans sa législation. De nombreux tableaux numériques en font ensuite connaître les diverses opérations. Un dernier paragraphe donne des renseignements sur les établissements du même genre qui existent à l'étranger.

L'Ouvrage est terminé par une statistique des libéralités faites aux institutions de prévoyance.

Sauf le Mont-de-Piété, toutes ces institutions sont relativement récentes et jouent déjà un rôle important dans notre société. Leur étude présente par suite un intérêt considérable.

Les Caisses d'épargne et les Sociétés de secours mutuels attirent principalement l'attention par le développement qu'elles ont pris.

Les grandes questions que soulèvent les Caisses d'épargne paraissent résolues. On ne conteste plus leur puissance pour créer des capitaux et leur influence moralisatrice. On s'accorde aussi généralement à reconnaître

que l'intervention de l'autorité publique est utile pour obtenir la confiance des populations et permettre d'ouvrir à peu de frais des bureaux de perception dans les campagnes. Les problèmes actuels concernent les mesures à prendre pour développer l'institution, le maximum des dépôts et le placement des fonds.

M. Roulliet discute ces questions d'après les données de la Statistique. La plus remarquable des circonstances qu'il signale est l'absence de parallélisme entre les opérations de la Caisse d'épargne de Paris et celles des autres Caisses de la France. De 1844 à 1877, le solde dû aux déposants a diminué de 65 millions à Paris et augmenté de 470 millions dans la France entière.

L'auteur attribue principalement la diminution des dépôts, à Paris, au grand développement pris par les valeurs mobilières, qui reçoivent une partie des épargnes. Il est probable que les abaissements du maximum des comptes prescrits par les lois de 1845 et de 1851 ne sont pas étrangers à ce résultat.

L'interprétation des tableaux statistiques relatifs aux Sociétés de secours mutuels offre quelques difficultés, parce que les règlements varient beaucoup, tant pour la composition des Sociétés que pour la nature et l'étendue des secours. Une connaissance approfondie de la question permet seule de comparer les nombres et d'en tirer d'utiles conclusions. M. Roulliet présente tout ce qui est essentiel dans les résultats constatés.

En classant le Mont-de-Piété parmi les institutions de prévoyance, l'auteur s'est conformé à la nomenclature adoptée dans les documents officiels. Les questions soulevées par ces diverses créations offrent d'ailleurs une grande analogie.

M. Roulliet expose et résume bien les discussions qui ont eu lieu sur l'utilité de soumettre à un monopole l'industrie du prêt sur nantissement, et sur l'attribution aux hôpitaux des bonis réalisés par les ventes et non réclamés. Les tableaux qu'il présente mettent en évidence ce fait, signalé par M. Claveau, que les prêts augmentent pendant les périodes heureuses et diminuent dans les temps de calamité, d'où l'on conclut que le Mont-de-Piété est plus encore la banque du travailleur gêné que la ressource de l'ouvrier dans le malheur.

C'est une étude attachante que de suivre, dans les nombreux tableaux numériques que contient l'Ouvrage de M. Roulliet, les conséquences des principaux événements de notre histoire sur la partie peu aisée de la nation. On est frappé de la rapidité avec laquelle la trace des plus grands

malheurs s'affaiblit sous l'influence des causes permanentes qui agissent sur le travail et sur l'épargne. Le développement progressif de l'activité sociale rend ce résultat de plus en plus prononcé (1).

Une grande partie des nombres présentés par M. Roulliet viennent des pièces officielles; quelques-uns sont tirés de Mémoires dus à divers savants. La part de l'auteur dans la recherche des chiffres qui forment la base essentielle de son travail est donc assez faible; mais il a coordonné et discuté avec intelligence une foule de renseignements contenus dans des écrits différents, et, notamment, dans des documents étrangers, dont beaucoup sont peu connus en France. Les personnes qui voudront étudier l'importante question des institutions de prévoyance devront étudier son Ouvrage. La Commission propose d'accorder un prix à M. **Antony Roulliet.**

A Paris les questions de salubrité présentent un cadre particulièrement étendu et soulèvent de grandes difficultés. Chaque année le Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine, entièrement composé d'hommes éminents, examine de nombreuses affaires et formule des avis qui offrent un haut intérêt.

M. **Bezançon**, membre et secrétaire de ce Conseil, a résumé sous la forme d'un Rapport au Préfet de police les parties essentielles des délibérations qui ont eu lieu pendant les six années de 1872 à 1877. Ce travail, actuellement publié, a été transmis à l'Académie pour le Concours de Statistique.

On y trouve, avec un texte où sont traités des problèmes scientifiques très variés, une série de tableaux numériques sur les maladies des hommes et des animaux, le service des secours médicaux de nuit, les eaux potables, les cimetières, les embaumements, les morts violentes, les crues de la Seine, l'altération de ses eaux et de celles de la Bièvre, les incendies, les machines à vapeur....

Une pareille condensation de matériaux conduirait, si l'on voulait en faire l'analyse, à des développements que ce Rapport ne comporte pas.

(1) Il est certain que les nombres reprennent promptement leur allure régulière; mais la richesse d'un pays, résultant de l'accroissement des capitaux, se développe suivant une loi analogue à celle de l'intérêt composé, et par suite les conséquences d'une perte s'aggravent constamment; c'est-à-dire que la différence entre la richesse qui eût été atteinte et celle qui existe augmente d'année et année. Nous supposons que les mœurs ne sont pas modifiées. Il est évident que les choses se passent autrement quand le malheur, cause de la perte, rend le peuple plus laborieux ou plus prévoyant.

Nous nous bornons à dire que les statisticiens trouveront dans le travail de M. Bezançon un grand nombre de résultats certains qui, comparés plus tard avec les faits nouveaux, donneront des indications de la plus haute importance sur les causes d'insalubrité qui menacent une ville populeuse et industrielle, et sur les restrictions que l'intérêt public oblige d'apporter à la liberté de l'industrie.

L'Ouvrage a exigé un travail considérable et ne pouvait être écrit que par un homme possédant des connaissances étendues. Nous proposons d'accorder un prix à M. **Bezançon**.

M. **Clément**, chef de bureau de l'état civil de la mairie de Valenciennes, a fait pour les naissances, les mariages et les décès de cette ville, depuis l'année 1567, à laquelle remontent les registres, jusqu'au 31 décembre 1862, des Tables disposées d'une manière nouvelle. La Société d'agriculture, sciences et arts de Valenciennes s'est plusieurs fois occupée de ce travail considérable. En 1880, sur le rapport d'un de ses membres, M. Le Houcq, elle a décidé qu'une récompense serait demandée pour M. Clément à l'Académie des Sciences. Conformément à cette résolution, elle a envoyé au Concours de Statistique :

Cinq Volumes de ses *Annales*, dans lesquels on trouve des articles sur les travaux de M. Clément ;

Un spécimen de chacune des nouvelles Tables et des écritures préparatoires qu'elles ont exigées ;

Le Recueil généalogique d'une famille pendant onze générations, et l'arbre généalogique de la célèbre Mme d'Épinay. Ces deux pièces, composées par M. Clément, sont présentées dans le but de montrer que les nouvelles Tables permettent de faire des recherches complètes sur les familles.

Dans la lettre qu'il nous adresse, M. Martin, président de la Société, en expose comme il suit les désirs :

En faisant cette démarche près de vous, Messieurs, notre Société s'est proposé un double but :

1° Obtenir de l'Académie des Sciences, pour M. Clément, si, après examen, elle l'en juge digne, une distinction quelconque qui le récompense de ses longs et utiles travaux ;

2° Appeler, par suite, l'attention du Gouvernement sur l'utilité qu'il y aurait à encourager, sinon à prescrire, dans l'intérêt public, l'établissement si désirable de Tables générales de l'état civil.

Les Tables annuelles et les Tables décennales qui sont dressées dans les mairies facilitent les recherches, mais ne dispensent pas de consulter les registres. Celles de M. Clément contiennent tout ce qui est nécessaire

pour établir l'état civil des personnes. C'est là leur caractère essentiel. Quant à leurs dispositions particulières, nous nous bornons à dire que les mariages sont inscrits suivant les noms des hommes et suivant les noms des femmes, dans des volumes distincts, et non sur une seule liste, comme on le fait ordinairement; enfin, que des annotations spéciales indiquent les changements d'orthographe qu'un même nom a pu éprouver.

Le travail comprend 28 Volumes in-folio, répartis en trois séries qui correspondent aux périodes de 1567 au 31 décembre 1699, du 1[er] janvier 1700 au 20 septembre 1792, et du 21 septembre 1792 au 31 décembre 1862.

Ces Tables permettent d'établir d'une manière sûre et rapide la filiation des familles dont les générations se sont succédé à Valenciennes. Les deux pièces généalogiques présentées par M. Clément ne laissent aucun doute à cet égard.

Les Tables décennales de nos mairies ne remontent qu'à 1792. Pour les époques antérieures, les recherches présentent de grandes difficultés. En Belgique, une loi promulguée dans l'année 1865 ayant mis à la charge de l'État une moitié de la dépense nécessaire, les communes ont fait dresser des Tables pour la période pendant laquelle les registres ont été tenus par le clergé (1). On doit désirer qu'un semblable travail soit fait en France, et par suite il est utile, comme le pense la Société de Valenciennes, d'appeler l'attention sur les formules de M. Clément, qui paraissent préférables aux anciennes.

On doit d'ailleurs remarquer que, pour les temps anciens, le problème ne serait résolu qu'en partie par des Tables qui ne dispenseraient pas de recourir aux registres, car les actes, étant toujours difficiles à lire et souvent écrits en latin ou dans des idiomes spéciaux aux localités, ne peuvent être utilement consultés que par un nombre restreint de personnes.

M. **Clément** a obtenu une mention honorable à l'exposition de 1855 pour la première partie de son travail, et plusieurs sociétés savantes lui ont décerné des médailles. Nous proposons de lui accorder une récompense de *quatre cents francs*.

M. **Louis Amat**, docteur médecin, a présenté à l'Académie un Mémoire manuscrit intitulé : *Recherches statistiques et médicales sur la ville de Cette*. On trouve dans ce travail des renseignements importants sur le climat, la

(1) On trouve dans le tome XIII du *Bulletin de la Commission centrale de Statistique du royaume de Belgique* les documents relatifs à cette opération.

démographie, l'instruction de la population et l'industrie de la ville, ainsi que sur les questions médicales.

Les nombres présentés par M. Amat et qui servent de base à ses discussions proviennent de diverses sources : pour la météorologie, il a pris les résultats des observations de M. Doûmet-Adanson; les registres de la mairie lui ont donné des renseignements sur les consommations et sur l'état civil; dans ce qui regarde les infirmités et les maladies, il a surtout consulté les procès-verbaux des conseils de revision. Enfin, il indique en diverses circonstances des recherches personnelles, principalement pour l'anthropologie.

La monographie statistique que présente M. Amat offre un grand intérêt; cependant, malgré l'abondance des chiffres, on regrette quelquefois de ne pas avoir des informations plus étendues. Ainsi on ne trouve aucune indication sur le tarif des droits d'octroi à diverses époques et sur le soin apporté tant à leur perception qu'à la tenue des écritures. Ces renseignements seraient cependant nécessaires pour permettre d'apprécier des anomalies que l'auteur signale dans les consommations. On obtient souvent une explication simple pour les faits de ce genre, quand on les étudie dans tous leurs détails.

Quelques lignes sont consacrées à la prostitution. Le nombre total des inscriptions à la police des mœurs est très considérable eu égard au nombre moyen des filles soumises. Il semble résulter de là qu'un roulement excessif existe dans le personnel de cette odieuse industrie. Ce fait, s'il est bien constaté, et s'il se produit dans d'autres villes, doit vivement attirer l'attention.

M. Amat donne le tableau des naissances de 1863 à 1877. Pendant sept années, dont cinq se présentent de suite, le nombre des filles a surpassé celui des garçons. Le rapport du second nombre au premier a éprouvé ainsi une variation assez continue, caractérisée par un minimum vers le milieu de la période.

On peut rendre ces circonstances très sensibles en faisant le calcul pour des groupes d'années convenablement formés.

Période.	Nombre d'années.	Nombre de garçons pour cent filles.
1863-1865	3	113
1866-1867	2	100
1868-1871	4	97
1872	1	100
1873-1877	5	108
1863-1877	15	104

On est naturellement conduit à penser que les variations que ce tableau indique ne sont pas de simples écarts accidentels, mais se rattachent à une même cause. Des lois ne doivent être acceptées que lorsqu'elles sont établies sur de grands nombres, mais les petites séries peuvent quelquefois indiquer des analogies ou des rapprochements, suggérer des hypothèses et finalement conduire à des résultats importants si, dans la direction des études, on suit le sage précepte de Claude Bernard de « toujours chercher à se démolir. »

La population masculine est prédominante. En 1866, on ne comptait que 948 femmes pour 1000 hommes.

Abordant un sujet qui préoccupe à juste titre l'opinion publique, M. Amat arrive à conclure qu'à Cette la fécondité des épouses a diminué d'un cinquième depuis dix ans.

En résumé, le travail de M. **Amat** est étendu, consciencieux et instructif. Nous proposons d'accorder à son auteur une mention honorable.

M. **Arthur Chervin** a adressé à l'Académie un *Essai de géographie médicale de la France d'après les infirmités constatées par les conseils de revision de* 1850 *à* 1869.

Les décisions des conseils de revision ont déjà occupé plusieurs statisticiens. En général, on a déterminé la fréquence d'une infirmité en comparant le nombre des conscrits chez lesquels elle a été reconnue au nombre total des examinés.

M. Chervin montre que, d'après la manière d'opérer des conseils, un exempté peut avoir des infirmités non constatées; il pense que l'on ne doit considérer comme examinés, au point de vue d'une infirmité spéciale, que les hommes qui ont été exemptés comme en étant affectés, et les conscrits déclarés propres au service. Cette observation est juste, mais le groupe des examinés n'est plus composé d'hommes pris au hasard dans la classe, et par suite une cause d'incertitude est introduite dans le calcul.

En réalité, M. Chervin admet que la proportion des infirmes est la même dans la classe entière, et parmi les hommes que d'autres maladies ont fait rejeter; c'est-à-dire que la constatation d'une infirmité n'augmente ni ne diminue la probabilité d'aucune des autres.

On peut douter qu'il en soit ainsi pour différents motifs, et notamment parce que les infirmités peu apparentes ne sont recherchées que si les autres n'existent pas. Il y a peu de chances qu'un homme rejeté pour une hernie soit bossu ou mutilé.

Ces observations peuvent être étendues à toutes les causes d'exemption.

Certaines maladies étant quelquefois héréditaires, on peut penser que la probabilité d'être faible de constitution ou phtisique est plus grande pour un homme qu'on sait être frère aîné d'orphelins, que pour un conscrit pris au hasard. Toutefois, dans les questions examinées par M. Chervin, les exemptions pour situation de famille ne doivent pas être considérées séparément. Elles n'ont d'influence sur les résultats que si leur ensemble modifie la probabilité de quelques infirmités, ce qui paraît douteux.

Nous avons cherché à mettre en évidence les hypothèses qu'entraîne la méthode adoptée par M. Chervin, mais nous reconnaissons qu'elle est préférable au procédé généralement adopté pour le même calcul. Elle augmente considérablement la proportion des infirmes : ainsi, avec les éléments qui conviennent à l'année 1850, le nombre des hernieux pour toute la France est élevé du simple au double, de 17 à 34 pour mille.

L'Ouvrage contient 22 tableaux indiquant les proportions dans lesquelles les 22 infirmités qui déterminent le plus d'exemptions existent dans la population masculine des divers départements lorsqu'elle est parvenue à l'âge de vingt ans. On trouve au commencement deux tableaux qui donnent, par département, le nombre proportionnel des hommes déclarés impropres au service et les variations quinquennales de ce nombre.

Ces variations ne doivent pas être considérées comme correspondant d'une manière certaine à des modifications dans la population. Les causes d'exemption conduisent, en général, à des appréciations et non à des mesures, de telle sorte que, suivant les idées dominantes, les conseils peuvent se montrer plus ou moins sévères. M. Chervin pense que l'on devrait rejeter un plus grand nombre d'hommes comme faibles de constitution. Cette opinion est peut-être fondée, mais si on l'accepte, la diminution du nombre des conscrits déclarés propres au service pourra faire croire à une dégénérescence qui n'aurait rien de réel.

A chacun des tableaux numériques correspondant aux diverses infirmités, M. Chervin a joint une Carte où les départements sont indiqués avec des teintes plus ou moins foncées, suivant la proportion relative des hommes impropres au service.

Les catégories sont uniformément au nombre de cinq. Leurs limites ont été établies suivant une progression arithmétique dont les termes extrêmes sont les nombres qui correspondent aux départements placés sur la liste, l'un le premier, l'autre le dernier, d'après le nombre proportionnel des exemptés. Pour certaines infirmités, quelques départements présentent des nombres exceptionnellement réduits ou exceptionnellement élevés

d'hommes impropres au service : l'auteur les néglige dans le calcul de la progression; puis, lorsque les catégories sont déterminées, il ajoute les premiers de ces départements à la première, et les autres à la cinquième. Cette manière d'opérer conduit à d'assez grandes anomalies.

Les tableaux montrent que le nombre relatif des goitreux est beaucoup plus grand dans les Hautes-Alpes et les deux Savoies que dans les autres parties de la France. On s'attend à voir ces départements désignés sur la carte du goitre d'une manière spéciale, mais ils y portent simplement la teinte de la cinquième catégorie, comme dix autres départements bien moins affectés. L'Aisne, qui est classé avec eux, en diffère plus que de plusieurs départements placés dans la première catégorie.

Des observations du même genre peuvent être faites pour les tableaux relatifs aux scrofules, à la gibbosité...

Tandis que le goitre, la carie dentaire et diverses autres infirmités sévissent sur quelques parties du territoire, laissant beaucoup de départements à peu près indemnes, certaines maladies, telles que l'aliénation mentale, sont réparties d'une manière peu inégale. Les cartes ayant toutes les cinq mêmes teintes ne font nullement ressortir cette circonstance importante.

Dans ces observations nous nous proposons beaucoup moins de faire une légère critique des dispositions adoptées par M. Chervin, que d'appeler l'attention des statisticiens qui soumettent leurs travaux à l'Académie, sur les précautions qu'exigent les méthodes graphiques.

Chaque Carte est accompagnée de réflexions conçues dans un bon esprit. L'auteur s'attache à faire ressortir les faits constatés, indique divers rapprochements et ne présente jamais de théories hasardées.

On est surpris de voir certains départements se trouver en tête des listes pour le grand nombre relatif des exemptés, dans des tableaux qui concernent les infirmités les plus diverses. Nous devons espérer que cette circonstance, actuellement bien connue, provoquera des recherches suivies sur les mœurs des populations particulièrement affectées et la salubrité des pays qu'elles habitent.

L'Ouvrage publié par M. Chervin a exigé de la réflexion et du travail; il contient des renseignements importants et il sera certainement utile. Nous proposons d'accorder à son auteur une mention honorable.

Trois auteurs envoient depuis plusieurs années des travaux de Statistique à l'Académie. M. Cheysson, directeur du Dépôt des plans et cartes au

Ministère des Travaux publics, fait paraître un Atlas annuel et un Bulletin mensuel : ses publications ont été appréciées dans le Rapport sur le concours de 1880. MM. Lecadre et Maher s'occupent à différents points de vue, mais principalement pour l'hygiène et la démographie, l'un du Havre, l'autre de Rochefort. Des mentions honorables leur ont été accordées en 1875, et le Rapport de 1877 a parlé avec éloge des pièces qu'ils avaient envoyées au concours.

Ce serait amoindrir le mérite de ces savants que de continuer à juger séparément les productions qu'ils nous adressent. Nous espérons que l'Académie pourra disposer de ses ressources de manière à permettre aux prochaines Commissions de Statistique d'accorder un prix spécial aux auteurs des travaux qui forment des séries.

En résumé, eu égard à l'importance des pièces envoyées au concours, nous demandons à l'Académie de décerner deux prix, l'un à M. **Antony Roulliet**, pour son *Histoire des institutions de prévoyance en France ;* l'autre à M. **Bezançon**, pour un *Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine, de 1872 à 1877.*

Nous proposons d'accorder une récompense de *quatre cents francs* à M. Clément pour les *Tables des registres de l'état civil de Valenciennes,* et deux mentions honorables : l'une à M. **Amat**, pour ses *Recherches statistiques et médicales sur la ville de Cette ;* l'autre à M. **Arthur Chervin**, pour un *Essai de géographie médicale de la France, d'après les infirmités constatées chez les conscrits par les conseils de revision pour le recrutement de l'armée, de 1850 à 1869.*

Enfin nous réservons les droits de MM. Cheysson, Lecadre et Maher, que nous inscrivons par ordre alphabétique, ne voulant actuellement établir entre eux aucun classement.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Cahours, Debray ; Friedel, rapporteur.)

Les travaux de M. **A. Le Bel** se distinguent par un caractère marqué d'unité et de persévérance. Ils ont eu, dès l'origine, pour objet principal, l'étude des corps possédant le pouvoir rotatoire moléculaire, sur lequel l'attention de M. Le Bel a été sans doute attirée par les brillantes découvertes faites, quelques années auparavant, par notre illustre confrère, M. Pasteur.

Les formules de constitution des combinaisons organiques, fondées sur la tétratomicité du carbone, si propres à représenter et à expliquer les nombreux cas d'isomérie que présentent ces combinaisons, s'étaient montrées impuissantes à faire comprendre les isoméries plus délicates qu'introduisent les différences de pouvoir rotatoire entre des composés identiques à tous les autres points de vue.

M. Le Bel, en même temps que M. van't Hoff, a été conduit à admettre que les seuls composés susceptibles de présenter le pouvoir rotatoire sont ceux qui renferment ce qu'il a appelé un *carbone asymétrique*, c'est-à-dire un atome de carbone dont les quatre atomicités ou valences sont saturées par quatre atomes ou groupes d'atomes différents.

On peut se représenter avec lui, pour fixer les idées, l'atome de carbone comme un tétraèdre, aux quatre sommets duquel sont attachés les atomes ou radicaux qui saturent le carbone ([1]). Que deux seulement de ces radicaux soient pareils entre eux, cela suffit pour que la figure résultante possède un plan de symétrie; ce plan sera celui qui passe par l'arête qui s'appuie sur les deux sommets auxquels se rattachent les atomes différents et par le milieu de l'arête opposée.

Il n'en est plus de même lorsque les quatre atomes ou groupes d'atomes sont différents; il n'y aura plus alors de plan de symétrie, et si nous con-

---

([1]) Ce tétraèdre doit être régulier, ou appartenir au type quadratique, si l'on veut exprimer l'égalité, admise par la plupart des chimistes des quatre valences du carbone. Il doit être formé de deux dièdres se pénétrant à la façon des faces a^x et e^x du type orthorhombique, si l'on veut négliger la condition précédente.

sidérons deux tétraèdres pareils, dans lesquels les quatre atomes ou radicaux différents sont rangés dans un ordre inverse, nous aurons deux figures symétriques l'une de l'autre, et non superposables, relation dont M. Pasteur a montré pour les cristaux la liaison avec le pouvoir rotatoire.

Des faits, assez nombreux déjà, paraissent militer en faveur de cette théorie, que nous n'avons pas à juger ici, mais qui a tout au moins le mérite d'avoir été féconde en découvertes pour son auteur.

En effet, M. le Bel ne s'est pas contenté de montrer que les corps gras possédant le pouvoir rotatoire contiennent tous au moins un carbone asymétrique, défini comme il a été dit plus haut : il est parvenu à démontrer que certains composés qui avaient été obtenus par synthèse et qui ne possédaient pas le pouvoir rotatoire, bien que renfermant un carbone asymétrique, étaient neutres par compensation, et se trouvaient formés, comme l'acide racémique, d'un composé droit et d'un composé gauche en proportions égales. Ce doit même être là, d'après lui, le cas général pour les composés artificiels à carbone asymétrique; les réactions ordinaires, n'ayant rien de dissymétrique, doivent donner toujours autant du corps droit que du corps gauche. On retrouve, sous cette forme nouvelle et plus générale, une observation de fait due à M. Pasteur, d'après laquelle on n'a jamais constaté qu'un composé ayant le pouvoir rotatoire ait été produit directement en dehors de l'influence d'un organisme vivant.

M. Le Bel s'est servi, pour dédoubler ces mélanges et pour mettre en évidence le pouvoir rotatoire de l'un de leurs composants, de l'action des moisissures, déjà indiquée par M. Pasteur.

Il a réussi, en faisant végéter le *penicillium glaucum* sur une solution étendu de méthylpropylcarbinol (alcool isoamylique) synthétique, à obtenir un résidu actif, ayant un fort pouvoir rotatoire à gauche. L'isomère droit a donc été détruit de préférence dans le cas dont il s'agit.

C'est l'inverse qui a lieu pour l'alcool amylique inactif obtenu par la transformation de l'alcool actif. Le résidu que laisse la végétation du penicillium sur une solution étendue de cet alcool inactif est dextrogyre. L'alcool amylique actif droit a été obtenu de la sorte pour la première fois.

Le propylglycol de M. Wurtz est également un corps à carbone asymétrique, qui n'avait été obtenu encore qu'à l'état inactif. M. Le Bel a réussi à faire vivre dans une solution de propylglycol le *bacterium termo* et a trouvé, au bout d'un temps suffisant, dans la liqueur restante, un propylglycol ayant le pouvoir rotatoire à gauche, et comme produits accessoires

l'acide propionique et l'acide lactique. De ce propylglycol actif, M. Le Bel a dérivé un oxyde de propylène dont la dissymétrie de structure est également accompagnée de pouvoir rotatoire, à droite cette fois.

M. Le Bel avait préludé aux recherches importantes dont nous venons de rappeler les résultats les plus saillants par des expériences sur la préparation de l'alcool amylique actif, qu'il est parvenu à isoler par l'action de l'acide chlorhydrique à chaud sur le mélange d'alcool actif et d'alcool inactif (c'est l'alcool actif ainsi isolé qui, rendu inactif par l'action du sodium, a été dédoublé à l'aide du penicillium); par la découverte et l'étude de plusieurs dérivés de l'alcool actif, entre autres d'un amylène nouveau, l'éthyl-méthyl-vinylène; par des expériences sur la séparation des corps volatils par distillation fractionnée, expériences qui l'ont conduit, avec M. Henninger, à imaginer l'appareil à plusieurs boules et à reflux, modification avantageuse de l'appareil de M. Wurtz et aujourd'hui employé dans tous les laboratoires.

On lui doit encore des travaux sur les pétroles et d'autres faits en commun avec M. Greene et relatifs à l'action du chlorure de zinc sur divers alcools, entre autres sur l'alcool méthylique, qui leur a fourni de l'hexaméthylbenzine. Mais il est inutile d'insister sur ceux-ci, malgré la valeur qu'ils présentent. Ceux sur lesquels nous nous sommes arrêtés de préférence, en raison de leur portée générale, de la logique avec laquelle ils ont été conduits et des difficultés expérimentales vaincues, suffisent amplement pour mériter à leur auteur le prix Jecker, que propose de lui décerner pour 1881 la Section de Chimie. Tel a été l'avis unanime de la Section.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Cahours, Friedel, Dumas, Pasteur, H. Sainte-Claire Deville; Debray, rapporteur.)

La Commission du prix Lacaze pour la Chimie, à l'unanimité, décerne ce prix à M. **P. Hautefeuille**, maître de conférences à l'École Normale supérieure.

Depuis près de vingt ans, l'Académie a toujours accueilli avec intérêt les travaux variés de M. P. Hautefeuille; à deux reprises elle lui a même ac-

cordé son approbation : il suffira donc d'en présenter ici une analyse rapide. En Chimie minérale, nous citerons, parmi les travaux que M. Hautefeuille a exécutés avec M. Troost, la préparation des combinaisons de l'hydrogène avec les métaux alcalins et le palladium, véritables alliages de l'hydrogène qui se dissocient par la chaleur comme les combinaisons directes; la découverte d'un maximum dans la tension de dissociation de nombreux composés du silicium; la découverte de l'existence d'une tension de transformations et la connaissance des lois de la transformation isomérique des corps vaporisables, tels que le phosphore, le cyanogène et l'acide cyanique, etc.

Depuis plus de dix années, M. Hautefeuille a pris une part importante aux recherches de Minéralogie expérimentale, créées et développées dans notre pays par Berthier, Ebelmen, de Senarmont, H. Sainte-Claire Deville, M. Daubrée, à qui l'on doit la création des principales méthodes de reproduction des minéraux. Il s'est montré un des plus habiles continuateurs de ces savants éminents, en nous apprenant pour la première fois à préparer l'orthose et l'albite avec les formes que ces silicates importants ont dans la nature.

On lui doit également l'intéressante reproduction du quartz par voie sèche, et la transformation de l'acide titanique en l'une de ses trois formes, le rutile, la broockite et l'anatase, que l'on obtient à volonté, sous l'influence minéralisatrice de l'acide fluorhydrique, à des températures variables, mais bien déterminées pour chacune de ces espèces minérales.

Récemment, M. Hautefeuille et M. Chappuis ont fait sur l'ozone une série de recherches très remarquées, dans lesquelles ils nous ont appris à préparer l'ozone à un degré de concentration inconnu jusqu'alors. Ils obtiennent de l'oxygène électrisé à 50 pour 100 d'ozone, tandis que la proportion d'ozone dans l'oxygène ne s'élevait guère, avant ces recherches, à plus de 10 pour 100. Cette forte proportion permet de constater de nouvelles et importantes propriétés de ce remarquable corps. L'ozone est liquéfiable; sa liquéfaction est un peu plus difficile seulement que celle de l'acide carbonique, mais elle est bien moins difficile que celle de l'oxygène ordinaire; l'ozone est coloré, et sa couleur rappelle la couleur bleue du ciel; il a un spectre d'absorption bien défini et distinct de celui des composés oxygénés de l'azote, qui peuvent prendre naissance sous l'influence de l'étincelle ou de l'effluve électrique, quand l'oxygène est mélangé d'azote.

Ces recherches ont fait faire à nos connaissances sur l'ozone un progrès

important qui nous a paru encore augmenter les titres de M. **P. Hautefeuille** à la récompense que votre Commission vous propose de lui décerner.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, Damour, H. Milne Edwards; Hébert, rapporteur.)

L'Académie avait proposé, pour sujet d'un grand prix des Sciences physiques à décerner en 1881, la question suivante :

« *Description géologique approfondie d'une région de la France.* »

Deux Ouvrages ont été envoyés au Concours :

L'un (n° 1) a pour titre : *Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône.* Il se compose de 7 fascicules grand in-8° (720 pages) et de 26 planches de coupes et de fossiles. L'auteur est M. **F. Fontannes**.

L'autre (n° 2), par M. **G. Vasseur**, est intitulé : *Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la Bretagne*, un volume in-8° de 432 pages, avec 29 coupes et 6 cartes géologiques.

Ces deux Ouvrages renferment un grand nombre de documents nouveaux, stratigraphiques et paléontologiques, d'une grande importance pour l'histoire des terrains tertiaires de la France, documents dont l'énumération seule nous entraînerait trop loin.

Les auteurs ont dû se livrer à de longues et dispendieuses recherches; ils n'ont rien négligé pour en rendre la publication aussi complète que possible.

La Commission a pensé qu'ils méritaient d'être récompensés, mais elle n'a pas cru devoir se prononcer sur la valeur relative des deux publications.

Le champ d'études embrassé par M. Fontannes est étendu; mais, par cela même, les différentes parties de l'œuvre ne sont pas toutes complètement

achevées. Malgré l'importance et le nombre des données nouvelles acquises dès maintenant à la Science, par suite des recherches propres de M. Fontannes, les terrains tertiaires du bassin du Rhône ne sont point encore entièrement connus. Cependant cette étude est entrée dans une phase nouvelle, grâce à la sagacité et à l'ardeur scientifique de l'explorateur, qui a su jeter une vive lumière sur une des questions obscures de la géologie française.

L'Ouvrage de M. Vasseur est la première partie d'un travail sur l'ensemble des terrains tertiaires de la France occidentale.

Cette partie est consacrée à la Bretagne, et présente une description complète des couches tertiaires de cette région; elle est terminée par un chapitre où l'auteur établit un parallélisme tout à fait rationnel entre cette série tertiaire de la Bretagne et celle des bassins de Paris, du Cotentin et de la Gironde.

Le Volume de M. Vasseur se recommande par la méthode et la précision. Tous les lambeaux tertiaires signalés avant lui, un bon nombre de nouveaux, ont été soumis à une minutieuse analyse. Le résultat de ces recherches lui a révélé l'existence de faunes nouvelles pour la Science, lui a permis de tracer sur une carte au $\frac{1}{320000}$ la forme exacte des golfes éocène et miocène, dans lesquels ces dépôts s'étaient effectués. L'étude comparative des faunes l'a autorisé à conclure à la communication directe de l'Atlantique avec la Manche, pendant l'époque du calcaire grossier supérieur, conclusion qui a été récemment confirmée par de nouvelles découvertes.

La *Description géologique des terrains tertiaires de la Bretagne* restera dans la Science comme un ouvrage pour ainsi dire achevé, et qui laissera peu à faire sur le même sujet aux explorateurs futurs.

Les deux auteurs ont accompagné leurs travaux stratigraphiques de recherches purement paléontologiques qui sont en cours d'exécution, et dont l'importance est attestée par ce qui est déjà publié.

Sous ce rapport encore ils marchent de pair, et montrent tous deux qu'une parfaite connaissance des faunes successives est le moyen le plus sûr de faire des découvertes géologiques.

Toutefois, les deux Ouvrages dont nous venons de rendre compte ne répondent exactement ni l'un ni l'autre à la question proposée, les auteurs s'étant bornés à la description des assises les plus récentes des régions qu'ils ont étudiées, et n'ayant point donné une *description géologique approfondie* de ces régions, ainsi que la question proposée le demandait.

La Commission ne croit donc pas devoir décerner cette année le grand prix des Sciences physiques, mais elle demande à l'Académie de donner à chacun des deux concurrents une mention *très honorable* et un encouragement de *quinze cents francs*.

Elle demande en outre que la question soit remise au concours pour l'année 1883, sous cet énoncé, légèrement modifié : *Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie*. (*Voir* aux Prix proposés, page 338.)

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

Commissaires : MM. Gosselin, Bussy, Vulpian, Larrey;
Chatin, rapporteur.)

Parmi les travaux adressés à l'Académie pour le prix Barbier quatre ont plus spécialement fixé l'attention de la Commission.

I. L'un de ces travaux, celui qui a pour titre : *Traité de pharmacie galénique,* par M. E. **Bourgoin**, professeur à l'école de Pharmacie de Paris, est un gros volume, dans lequel l'auteur, bien connu par d'importantes recherches de Chimie organique qui lui ont mérité, en 1879, une part du prix Jecker, présente, avec de savants détails et sous un jour nouveau, les opérations et les corps principaux entrant dans les composés dits galéniques.

L'auteur a su, ce qui n'était pas chose facile, donner à un livre classique le caractère d'une œuvre originale, dans laquelle les théories les plus élevées de la Science dirigent le praticien dans son laboratoire.

II. L'Essai sur l'*Anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées,* par M. **Lotar**, professeur à la Faculté mixte de Lille, présente un ensemble considérable de recherches histologiques sur les divers genres de cette famille, l'un des plus singuliers types de l'embranchement des plantes phanérogames. Les études entreprises par M. Lotar, en établissant que la famille n'est pas moins homogène par les caractères

anatomiques que par les caractères morphologiques, montre d'ailleurs, ce que les botanistes se refusaient à admettre il n'y a pas encore longtemps, que l'histologie végétale peut venir utilement en aide aux classificateurs.

Dans une partie spéciale de son travail, M. Lotar éclaire la thérapeutique, qui trouve dans les Cucurbitacées — famille au plus haut point rebelle à l'accord des caractères botaniques et des propriétés médicales — des poisons, des drastiques, un puissant tænifuge, et des fruits constituant d'agréables et doux aliments.

III. L'*Étude botanique, chimique et physiologique sur le* Thalictrum macrocarpum, par M. **Emile. Doassans**, est une œuvre sérieuse, qui a pour sujet une plante très rare de la flore des Pyrénées.

M. Doassans a isolé le principe jaune cristallisable qu'accompagnerait un alcaloïde, pour lequel il propose le nom de *thalictrine*. C'est à la thalictrine que sont dues, d'après les nombreuses expériences physiologiques exécutées par le jeune savant, les propriétés toxiques du *Thalictrum*.

L'action de ce principe se porte spécialement sur les centres nerveux encéphalo-médullaire; elle est plus vive quand l'agent toxique est placé sous la peau que s'il est introduit dans l'estomac.

IV. Sous le titre de : Philtres, Charmes, Poisons. *Antiquité, Moyen âge, Renaissance, Temps modernes,* M. **Étienne Gilbert** a publié une très savante étude, qui commence avec les Égyptiens pour finir au XVIIIe siècle, avec la Brinvilliers.

L'auteur montre la matière des philtres variant d'une période à l'autre, et disparaissant parfois pour revenir ensuite. Dans la plus haute antiquité, les pierres précieuses forment les talismans, ensuite et successivement : les solanées vireuses (aconit, belladone, mandragore, jusquiame) et l'opium; les toxiques minéraux (arsenic, orpiment); les charmes enchanteurs à base de myrte, sauge, verveine, chou et fève; encore les solanées qui reviennent au moyen âge, et auxquelles la Renaissance associe l'arsenic et le sublimé, qui ne se maintiendront que trop jusqu'à l'époque moderne.

On comprend les liens qui rattachent l'Étude sur les philtres à la Thérapeutique et à la Pharmacie actuelles.

Nous proposons à l'Académie de décerner à titre d'encouragement :

A M. **Bourgoin**, pour son *Traité de Pharmacie galénique,* une somme de *mille francs;*

A M. **Lotar**, pour son *Essai*, etc., *sur les Cucurbitacées*, et à M. **Émile Doassans**, pour son *Étude sur le Thalictrum*, *cinq cents francs* à chacun.

Une mention honorable est accordée à M. **Étienne Gilbert**, pour son Ouvrage sur les *Philtres*, *Charmes*, etc.

PRIX ALHUMBERT.

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Chatin, Trécul; Van Tieghem, rapporteur).

La Commission est unanime à décerner le prix Alhumbert à M. **Gayon**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour l'ensemble de ses recherches physiologiques sur les Champignons inférieurs.

Dans un premier Mémoire publié en 1875 et qui lui a servi de thèse pour le doctorat, M. Gayon, initié par son maître, M. Pasteur, à ces délicates recherches, a démontré et soigneusement étudié le rôle des organismes microscopiques et des moisissures dans l'altération des œufs. Il a démêlé avec beaucoup de sagacité le mécanisme de l'introduction des germes du dehors jusque dans l'oviducte, où ils sont recueillis et emprisonnés dans l'œuf avant la formation de la coquille.

De ce travail, il convient de rapprocher le Mémoire tout récent où l'auteur a recherché les causes qui déterminent l'altération des sucres bruts de canne et de betterave, et la formation du sucre réducteur qu'ils renferment. Cette formation est due, en effet, à la présence et au développement de Champignons divers, qui intervertissent progressivement le sucre de canne. Favorisées par la chaleur, par l'humidité, par les impuretés de la matière, la croissance de ces plantes et l'altération qu'elle provoque sont empêchées, au contraire, par les anesthésiques, comme le chloral, ou les antiseptiques, comme le salicylate et l'acétate de soude. Ces faits éclaireront certainement les fabricants de sucre sur les meilleurs procédés à employer pour éviter désormais toute transformation physiologique du sucre de canne.

Plus tard, appliquant la méthode des cultures inaugurée par M. Pasteur et si bien développée par M. Raulin, M. Gayon a étudié le développement comparatif, dans un même milieu artificiel, de deux Champignons : l'*Aspergillus glaucus* et le *Sterigmatocystis nigra*. Il a montré que ces deux plantes, quoique bien voisines, exigent des conditions de milieu différentes et agissent aussi différemment sur le liquide nourricier. Où la première pro-

sphère, on voit languir la seconde; tandis que la première consomme rapidement le sucre et l'acide tartrique, la seconde ne détruit que très peu de sucre et produit, au contraire, des acides nouveaux qui vont jusqu'à doubler l'acidité primitive de la liqueur.

Mais ce sont surtout les travaux de M. Gayon relatifs à la fermentation alcoolique par les Mucors qui ont attiré l'attention de la Commission, excité son intérêt et fixé sa décision.

Ayant isolé à l'état de pureté un certain Mucor (*Mucor circinelloides*), l'auteur montre d'abord que ce Champignon, quand il végète sans oxygène libre, forme des articles sphériques bourgeonnants et fait fermenter le moût de bière, le moût de raisin, les dissolutions aqueuses de glucose et de lévulose, tout comme la Levûre de bière. L'activité de la fermentation est la même, les produits formés sont de même nature et sensiblement en même proportion. La bière ainsi obtenue, la bière de Mucor, est d'une limpidité parfaite et d'une saveur agréable avec un léger goût de prune. Mais, chose remarquable, vis-à-vis du sucre de canne, le Mucor se comporte tout autrement que la Levûre de bière. Celle-ci, à l'aide d'un principe soluble, l'*invertine*, hydrate, comme on sait, le sucre de canne et le dédouble en un mélange à poids égaux de glucose et de lévulose, en un mot l'*intervertit*; après quoi elle fait fermenter le mélange, d'abord le glucose, ensuite le lévulose. Le Mucor, au contraire, n'agit pas sur le sucre de canne; il ne l'intervertit pas, il ne produit pas d'invertine, et par conséquent ne le fait pas fermenter. Mais que l'on vienne à introduire dans le liquide, soit une bande de papier imprégné d'invertine, soit un Champignon produisant de l'invertine, un *Penicillium* par exemple, aussitôt commence la fermentation du sucre interverti, et le Mucor, agissant désormais comme la Levure de bière, détruit d'abord le glucose, puis le lévulose.

Pour saisir tout l'intérêt de cette observation, il faut se rappeler qu'avant ces recherches on reconnaissait à toutes les moisissures indifféremment la faculté d'intervertir le sucre de canne. On sait maintenant que cette faculté, diverses Mucorinées (*Mucor circinelloides, spinosus, Mucedo, Rhizopus nigricans*, etc.) ne la possèdent pas. En même temps, ces expériences ont pour la première fois établi directement que l'interversion du sucre de canne doit nécessairement précéder la fermentation, que le sucre de canne n'est pas directement fermentescible. A la vérité, cette proposition était déjà admise dans la Science, parce que le sucre de canne, au contact de la Levure de bière, s'intervertit avant de fermenter. Mais la seule conclusion qu'il fût légitime de tirer de ce fait, c'était que le premier phé-

nomène est une condition suffisante du second; il est démontré maintenant qu'il en est, en outre, une condition nécessaire.

Cette découverte a ouvert la voie à d'autres observateurs, et l'on sait aujourd'hui que les diverses Levures (c'est-à-dire les diverses espèces du genre *Saccharomyces*) se comportent diversement vis-à-vis du sucre de canne, les unes, comme la Levure de bière (*S. cerevisiæ*), l'intervertissant, les autres, comme la Levure apiculée (*S. apiculatus*), ne l'intervertissant pas. La propriété de produire de l'invertine, que M. Gayon a montrée variable d'un genre à l'autre, se trouve maintenant varier d'une espèce à l'autre dans le même genre, résultat dont la portée physiologique n'échappe à personne.

M. Gayon ne s'est pas borné à donner de ces faits une démonstration rigoureuse : il en a tiré une série d'applications intéressantes. Bornons-nous à en signaler deux. C'est d'abord une méthode générale de séparation du sucre de canne dans les mélanges sucrés, et en particulier un procédé industriel pour l'extraction du sucre de canne des mélasses. Il suffit, en effet, de détruire le sucre réducteur des mélasses par la fermentation avec le Mucor; le sucre de canne reste inaltéré et cristallise après distillation, tandis qu'avec la Levure de bière tout disparaîtrait. C'est ensuite une détermination ingénieuse, élégante, de la véritable nature du sucre réducteur qui se forme peu à peu dans les sucres bruts de canne, et parfois aussi dans ceux de betterave, par suite d'une altération progressive, comme il a été dit plus haut. Ce sucre est inactif. L'est-il par essence et constitue-t-il une espèce autonome? Alors, soumis à la fermentation par le Mucor, le mélange devra conserver à tout instant sa rotation droite primitive. L'est-il, au contraire, par compensation, et forme-t-il un mélange de glucose et de lévulose? Alors, pendant la fermentation avec le Mucor, le pouvoir rotatoire droit du mélange devra diminuer d'abord, puisque le glucose disparaît le premier, puis augmenter de nouveau par la destruction du lévulose, pour reprendre enfin sa valeur primitive. C'est cette dernière alternative que l'expérience a pleinement confirmée. Le sucre réducteur en question est donc un sucre interverti où les deux constituants compensent exactement leurs rotations inverses. Le mécanisme de sa formation, signalé plus haut, se trouve ainsi vérifié par une méthode indépendante.

L'ensemble de ces recherches apporte, on le voit, une contribution importante à la physiologie des Champignons. En en récompensant l'auteur, votre Commission espère qu'il les poursuivra activement dans la voie féconde où il s'est engagé.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Decaisne, Chatin ; Van Tieghem, rapporteur).

La Commission est unanime à décerner le prix Desmazières à M. **Paul Petit**, pour l'ensemble de ses travaux sur les Algues inférieures.

Depuis de longues années, M. Paul Petit, pharmacien à Paris, consacre à l'observation des Algues inférieures les loisirs que lui laisse sa profession. Il s'est surtout attaché à l'étude de la famille des Conjuguées, notamment des Spirogyres, et à celle de la famille des Diatomées.

Dans un premier Mémoire : *Observations critiques sur les genres* SPIROGYRA *et* RHYNCHONEMA, avec une planche (1874), l'auteur démontre que les diverses espèces du genre *Rhynchonema* ne sont que des variétés à conjugaison latérale des *Spirogyra* qui leur correspondent et que, par conséquent, le genre *Rhynchonema* doit être supprimé. Cette réunion faite, il donne la liste des Spirogyres, au nombre de vingt-six, qu'il a observées en fructification dans les environs de Paris. Dans un travail plus étendu : SPIROGYRA *des environs de Paris*, avec douze planches (1880), il décrit et figure avec le plus grand soin trente-six Spirogyres, c'est-à-dire presque toutes les espèces de ce genre connues en Europe ; pour faciliter les déterminations, tous les dessins sont faits au même grossissement, et la plante est toujours représentée à la fois à l'état végétatif et à l'état de conjugaison.

Mais c'est surtout aux Diatomées que M. Petit a consacré ses plus longues recherches et ses plus patients efforts ; il s'est acquis, dans cette branche spéciale de la Science, une compétence reconnue de tous. Son premier travail sur ce sujet : *Essai d'une classification des Diatomées*, avec une planche (1876), où, combinant les caractères fournis par la disposition du protoplasma coloré et par la structure de la membrane, il divise cette vaste famille en seize tribus, a été bientôt suivi d'un second Mémoire : *Liste des Diatomées des environs de Paris* (1877), qui est l'application de la classification précédente à l'ensemble des espèces de la flore parisienne, au nombre de cent soixante-dix-huit. Préparé par ces études, quand M. Petit a eu à examiner, au point de vue de la recherche des Diatomées, les limons sableux rapportés de l'île Campbell par l'expédition du passage de Vénus en 1874, il n'a pas eu de peine à en dresser et à en publier la liste : *Catalogue des Diatomées de l'île Campbell et de la Nouvelle-Zélande*, avec deux planches (1877) ; il y signale cent quatre-vingt espèces, dont quinze nou-

velles, avec un genre nouveau. Un travail du même ordre a été accompli pour les Diatomées des mers de Chine : *Diatomées recueillies sur les huîtres de Ning-Po et de Nimrod-Sound* (*Chine*), avec une planche (1877); on y trouve décrites et figurées notamment deux espèces nouvelles.

A ces divers travaux, si l'on ajoute la *Liste des Desmidiées observées dans les environs de Paris* (1877), on voit que M. Paul Petit a beaucoup contribué à la connaissance de la flore cryptogamique française.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Blanchard, Duchartre, de Quatrefages, Decaisne, Cosson; Chatin, rapporteur).

Ce prix, alternativement décerné à l'Entomologie et à la Botanique cryptogamique, revenait cette année à la Botanique.

Parmi les travaux présentés, votre Commission a distingué une série de Mémoires sur les mousses, par M. **Em. Bescherelle**, savant bryologue, qui publiait déjà, il y a bientôt vingt ans, l'herbier des Mousses et Hépatiques de la région de Paris, en collaboration avec M. E. Roye.

Les Mémoires que soumet aujourd'hui à l'Académie M. Bescherelle ont pour titres :

1° *Florule bryologique des Antilles françaises*, ou *Enumération et description des Mousses nouvelles recueillies à la Guadeloupe et à la Martinique;*

2° *Florule bryologique de la Réunion et des autres îles austro-africaines de l'océan Indien;*

3° *Florule bryologique de la Réunion*, etc., II[e] Partie;

4° *Florule bryologique de la Nouvelle-Calédonie;*

5° *Florule bryologique de l'île de Nossi-Bé;*

6° *Sur les Mousses des îles Saint-Paul et d'Amsterdam;*

7° *Sur les Mousses du Paraguay.*

Même en écartant du concours les dernières de ces Notes, comme étrangères à la France et à ses possessions, les faits qu'ajoute M. Bescherelle à nos connaissances sur les Mousses sont aussi nombreux qu'importants. La Géographie botanique trouve, en particulier, dans les monographies de l'auteur, des aperçus d'une réelle valeur.

L'intérêt qui s'attache aux travaux de M. Bescherelle s'accroît de cette circonstance que l'auteur, chef de bureau au Ministère des Travaux publics, ne pouvait donner aux observations microscopiques que comporte

toute étude sérieuse de Mousses les meilleures heures que réclamaient ses fonctions administratives.

A l'unanimité, votre Commission accorde le prix Thore à l'ensemble des recherches de M. **Em. Bescherelle** sur la Bryologie.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Chatin, Cosson ; Van Tieghem, rapporteur.)

L'Académie avait posé la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence* » *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs : racines, tiges,* » *feuilles, etc.* »

Deux Mémoires ont été remis au Secrétariat.

Le Mémoire n° 1 a pour titre *Phyllotaxie*, et pour devise : *Naturam regunt numeri*. Ne se rattachant pas, même de loin, à la question proposée, il a dû être écarté.

Le Mémoire n° 2 est intitulé : *De l'influence qu'exerce le milieu sur la végétation, la forme et la structure des plantes*, avec cette devise : *Cur cepa non fieret, Minerva judice, laurus?*

C'est un travail fort étendu, qui renferme plusieurs observations intéressantes, notamment en ce qui concerne l'action de l'eau sur les plantes terrestres et l'influence de l'air sur les plantes aquatiques. Le résultat le plus général auquel l'auteur est parvenu à la suite de ses longues et patientes études peut se résumer ainsi : L'action de l'eau amène dans les plantes terrestres des changements analogues à ceux que produit l'influence de l'obscurité. En d'autres termes, la submersion agit comme l'étiolement. On peut regretter que les diverses modifications constatées dans les tissus n'aient été fixées par aucun dessin; des figures comparatives auraient montré le degré et fait apprécier l'importance des changements observés.

La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix. Elle propose à l'Académie d'accorder à l'auteur du Mémoire n° 2 une somme de *quinze cents francs*, comme encouragement à poursuivre ses recherches.

La Commission demande également à l'Académie de maintenir au Concours, pour l'année 1883, la question de ce prix Bordin, dans les termes où elle l'a déjà proposée.

Ces deux propositions sont successivement adoptées. (Voir aux Prix proposés, page 339.)

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 2, ayant été informé de la décision de l'Académie, a demandé qu'il fût procédé à l'ouverture du pli cacheté qui accompagne son travail.

M. le Président a proclamé le nom de M. **Émile Mer**.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Trécul, Decaisne; Duchartre, rapporteur.)

L'Académie avait proposé comme sujet de concours, pour l'un des prix Bordin à décerner en 1881, la question suivante :

« *Etude comparative de la structure et du développement du liège, et, en* » *général, du système tégumentaire dans la racine.* »

Après avoir formulé en ces termes le sujet sur lequel elle désirait provoquer des recherches attentives, elle avait ajouté qu'elle espérait faire ainsi disparaître l'inégalité fâcheuse qui existait dans les connaissances acquises sur l'appareil tégumentaire des végétaux entre la tige et la racine, la première de ces parties étant aujourd'hui assez bien connue sous ce rapport, tandis que la dernière n'avait encore été l'objet, à ce point de vue, que de recherches insuffisantes.

Un seul travail a été envoyé à l'Académie pour le Concours ouvert sur ce sujet. C'est un Ouvrage qui avait été présenté à la Faculté des Sciences de Paris, par M. Louis Olivier, comme thèse [1], pour obtenir le grade de docteur ès Sciences naturelles, le 28 mars 1881, et qui a été ensuite reproduit, au mois de mai suivant, dans les *Annales des Sciences naturelles* (6e série, t. XI, p. 5-133, *Pl. I-VIII*). Il a pour titre : *Recherches sur l'appareil tégumentaire des racines.*

Le travail de M. **L. Olivier** renferme les résultats de nombreuses observations faites avec talent et poursuivies avec persévérance. Bien qu'il repose exclusivement sur des recherches anatomiques, et qu'il semble appeler encore un complément expérimental, il peut être considéré comme éclairant suffisamment les principales faces de la question qui y est traitée.

Ainsi l'auteur de ce travail, après avoir distingué avec raison les forma-

(1) In-8° de 155 pages, 8 planches et 50 microphotographies. Paris, 1880, chez G. Masson, boulevard Saint-Germain.

tions primaires qui constituent essentiellement l'appareil tégumentaire de la racine, des formations secondaires, qui viennent plus ou moins tardivement renforcer cet appareil ou le restaurer après qu'il a été affaibli par des exfoliations, examine successivement ces deux ordres de formations. L'examen attentif qu'il a fait des formations primaires ne lui a pas permis d'ajouter notablement à ce que nous savions déjà, grâce à de beaux travaux antérieurs, parmi lesquels l'un des plus importants est dû à notre savant confrère, M. Van Tieghem; mais c'est principalement sur les formations secondaires qu'il a porté son attention, et il a su y trouver un champ fécond d'observations instructives. Il a montré, en effet, que ces formations sont le plus souvent de nature subéreuse, parfois aussi simplement parenchymateuses, et qu'elles apparaissent à des profondeurs diverses, selon la situation de la zone primaire qui leur a donné naissance.

Examinant successivement un grand nombre de familles prises parmi les Cryptogames vasculaires, les Monocotylédones, les Dicotylédones gymnospermes et les Dicotylédones angiospermes, il a confirmé ce fait que, chez les Cryptogames vasculaires, la formation subéreuse est périphérique et provient de l'une des assises externes du parenchyme cortical; chez les Monocotylédones, il a constaté que, les formations protectrices secondaires pouvant consister en un voile, quand les racines sont aériennes, en liège quand ces organes sont souterrains, la première de ces formations, dont on avait envisagé diversement l'origine, émane de la membrane primaire superficielle et transitoire, à laquelle il donne le nom de *membrane pilifère*; tandis que la seconde provient généralement de l'assise la plus externe du parenchyme cortical.

Relativement aux Dicotylédones, M. L. Olivier montre que les faits se passent de manières diverses. Les racines des Gymnospermes sont protégées par un liège formé profondément, et issu de la membrane péricambiale, c'est-à-dire de l'assise périphérique du système central; parfois, encore, il a vu s'y produire du liège de formation tertiaire. Quant aux Angiospermes, il a reconnu que l'une des circonstances qui influent avec le plus de puissance sur la production du liège, c'est l'époque à laquelle le cylindre central commence à compléter sa constitution, en ajoutant des formations ligneuses et libériennes secondaires à celles d'ordre primaire, qui jusqu'alors le composaient exclusivement. Ces formations sont-elles hâtives, il se produit généralement un liège péricambial; sont-elles tardives, la couche subéreuse protectrice se produit au contraire extérieurement, et tire son origine de la portion périphérique du parenchyme cortical. Ajoutons enfin que, comme il était facile de le prévoir, la formation d'une couche protec-

trice subéreuse, située profondément et d'origine péricambiale, a lieu également dans toutes les racines de Dicotylédones angiospermes dont les zones tégumentaires s'exfolient successivement jusqu'à la profondeur du cylindre central.

Huit bonnes planches, gravées d'après les dessins de l'auteur, aident à l'intelligence du texte; elles sont même accompagnées, dans un assez grand nombre d'exemplaires, de cinquante photographies, qui reproduisent convenablement, sous une forte amplification, tout autant de préparations. En un mot, à part quelques légères imperfections de détail et un petit nombre de lacunes, la Commission ne voit dans cet Ouvrage que de sérieux motifs d'éloges. Elle se croit donc autorisée à décerner à M. **Louis Olivier** le prix Bordin pour 1881.

Cette proposition est adoptée.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Prix du Budget.

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, de Quatrefages; Alph. Milne Edwards, rapporteur.)

En 1877, l'Académie proposa comme sujet du grand prix des Sciences physiques l'*Etude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe*, et elle esquissa un programme des questions qu'elle désirait voir traiter.

« L'anatomie des Crustacés podophthalmaires, dit le rapporteur, a été l'objet de recherches nombreuses; mais l'on ne connaît que très imparfaitement la structure intérieure des Edriophthalmes. L'Académie demande une étude approfondie des principaux appareils physiologiques dans les divers genres d'Amphipodes, de Lœmodipodes et d'Isopodes qui habitent les mers d'Europe. Les concurrents devront porter principalement leur attention sur le système nerveux, le système circulatoire, l'appareil digestif et les organes de la génération. Les descriptions devront être accompagnées de figures. »

Cet appel de l'Académie resta pendant plusieurs années sans réponse.

Mais la Commission, espérant que des travaux avaient été entrepris sur les questions proposées, maintint le même sujet de prix jusqu'en 1881, et, au mois de juin dernier, un Mémoire important de M. **Yves Delage** fut déposé au Secrétariat, pour être soumis à la Commission chargée de décerner le grand prix des Sciences physiques.

Ce travail a pour titre : *Contributions à l'étude de l'appareil circulatoire des Crustacés édriophthalmes marins*, et il se compose de 172 pages d'impression et de 12 planches en chromolithographie. Une partie seulement du programme tracé par l'Académie a donc été traitée par l'auteur, car, dans son Mémoire, il n'est question ni du système nerveux, ni de l'appareil digestif, ni des organes de la génération; les Crustacés édriophthalmes terrestres, ainsi que ceux d'eau douce, ont été laissés de côté. Mais la partie qu'a choisie M. Delage a été, de sa part, l'objet d'études longues, difficiles, consciencieuses, et les résultats ainsi obtenus ont été de nature à fixer l'attention de votre Commission.

La circulation du sang des Crustacés supérieurs avait servi de texte à des travaux nombreux, et depuis les publications faites en 1827 par Audouin et par le doyen de notre Section de Zoologie, et plus tard, en 1834 et en 1844, par M. Milne Edwards seul, on en connaissait le mécanisme.

On savait, depuis cette époque, que le sang, chassé par les contractions du cœur ou de l'organe qui en tient lieu, passe dans un système de vaisseaux plus ou moins compliqués et jouant le rôle d'artères; que ces artères, au lieu de se continuer avec les veines par un système de canaux capillaires, comme cela a lieu chez les animaux supérieurs, perdent bientôt leurs parois, laissant le sang s'épancher dans les cavités interorganiques ou lacunes, et baigner ainsi les viscères, le système nerveux et les muscles dont il n'est séparé que par une lame mince et délicate de tissu connectif. On savait que le liquide nourricier arrive ainsi dans les branchies, où il reçoit l'influence vivifiante de l'air dissous dans l'eau, qu'il passe ensuite dans des vaisseaux nommés branchio-cardiaques, chargés de le ramener dans un vaste sac péricardique, où le cœur est suspendu, et enfin qu'il pénètre dans la cavité intérieure de cet organe par des boutonnières disposées par paires et garnies de valvules dont le jeu s'oppose au reflux du sang. Le cœur est donc traversé par du sang artérialisé, et la circulation veineuse est en grande partie lacunaire.

Ces faits généraux semblent s'appliquer à tous les représentants de la classe des Crustacés, mais chez les Edriophthalmes l'étude de l'appareil circulatoire avait été délaissée, et bien des types organiques appartenant à ce groupe n'avaient jamais été examinés à ce point de vue, ou ne l'avaient

été qu'incomplètement. On comprend en effet les difficultés dont sont entourées de semblables recherches.

Les Edriophthalmes sont ordinairement de petite taille; les grandes espèces n'habitent pas nos côtes : elles sont cachées dans les mers froides ou dans les grandes profondeurs de l'Océan, et jusqu'à présent elles n'ont pu servir aux dissections des anatomistes. Ils ont dû se contenter d'animaux dont les dimensions dépassent rarement, en longueur, $0^m,02$ ou $0^m,03$ et souvent n'atteignent que quelques millimètres.

Les téguments sont épais, durs, opaques, et ne permettent pas d'observer par transparence la disposition et le jeu des organes sous-jacents. Il faut donc une habilité manuelle peu commune pour mettre à nu le cœur de ces petits Crustacés, ou une des artères principales, pour y introduire l'extrémité d'un tube de verre ou de métal, et pour y pousser un liquide coloré qui, en se répandant dans les vaisseaux, permet de les suivre dans leurs moindres ramifications. Il faut aussi une grande habitude de l'observation anatomique pour reconnaître ensuite la topographie des vaisseaux, ainsi que leurs rapports, et pour discerner les usages des diverses parties et le mécanisme du cours du sang.

Les recherches de Zinker, de Siebold, de Gaspary, de Frey et Leuckart tendaient à prouver que, chez les Edriophthalmes, le système artériel est rudimentaire. En 1864, M. Kowalewsky, dans un travail sur l'appareil circulatoire de l'Idotée, suivit avec grand soin les nombreuses artères qui se distribuent aux organes et principalement au thorax et à l'abdomen, et il en décrivit les ramifications extrêmes dont la finesse était loin d'être soupçonnée, mais il se méprit sur les voies que suit le sang pour retourner au cœur. MM. Wagner, G.-O. Sars et Dohrn ajoutèrent quelques faits nouveaux à ceux que leurs devanciers avaient révélés; ils firent connaître, chez quelques Isopodes, la disposition exacte de la chambre péricardique et celle des ouvertures latérales qui règlent l'entrée du sang dans le cœur. MM. Fritz-Muller et Wrzeniowski introduisirent aussi dans l'histoire anatomique des Amphipodes quelques détails inconnus.

M. Delage, dans ses études sur l'appareil circulatoire des Edriophthalmes, a été beaucoup plus loin que les auteurs dont je viens de citer les noms. Ses recherches, faites sur nos côtes, à Roscoff, dans le laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers, ont porté sur des espèces variées, appartenant aux différents types des Edriophthalmes. Ainsi, parmi les Isopodes, il a choisi les Idotées, les Paranthures, les Apseudes, les Tanaïs, les Ligies, les Pranizes, les Sphæromes, les Conilères, les Anilocres et les Bopyres; parmi les

Amphipodes, il a examiné les Talitres et les Corophies; parmi les Lœmodipodes, les Caprelles, les Protelles et les Protos. Ses dissections très délicates et ses injections, faites avec un succès incontestable, lui ont permis de reconnaître la richesse des dernières ramifications artérielles et de suivre le cours du sang depuis le moment où il sort du cœur jusqu'au moment où il y revient. Des faits intéressants se dégagent de cette étude, et il est facile de s'en rendre un compte exact en consultant les dessins très nets qui accompagnent le Mémoire en question.

Le mécanisme du cœur a attiré l'attention de l'auteur; il a vu que cet organe pouvait varier beaucoup dans sa forme et que, tubulaire chez les espèces allongées, il devenait pyriforme chez celles dont le corps est élargi. Dans le Rapport que j'ai l'honneur de vous présenter, il est impossible d'indiquer avec détails les résultats anatomiques obtenus par M. Delage; il suffira de signaler les faits les plus importants. L'auteur décrit, chez les Isopodes, les différentes artères, en insistant sur une disposition particulière de l'aorte antérieure, qui, après avoir passé dans le collier œsophagien, forme, au-dessus et parallèlement à l'anneau nerveux, un collier vasculaire qui se retrouve chez tous les Isopodes normaux et ne manque que dans les types inférieurs ou aberrants. De ce collier naît une grande artère *prénervienne* qui s'étend au-dessous de la chaîne nerveuse ganglionnaire, le long de la ligne médiane du corps, fournissant, dans la tête, des branches aux appendices de la bouche, dans le thorax, une paire d'artères qui s'anastomosent avec les artères thoraciques et forment ainsi un système ventral très développé entourant les viscères; dans l'abdomen, elle donne aux pédoncules branchiaux une petite artériole nourricière. L'aorte ou les aortes postérieures se ramifient dans les muscles moteurs des lames branchiales et forment là un réseau très riche; enfin les artères latérales, et l'aorte elle-même, fournissent les artères viscérales. Il n'y a pas de vaisseaux capillaires; l'extrémité des ramifications artérielles s'ouvre, comme chez les Crustacés supérieurs, dans les lacunes de tous les organes.

Ces lacunes et les sinus qui y font suite ont été, de la part de M. Delage, l'objet d'une étude attentive; leur disposition, leurs rapports ont été établis avec exactitude; les voies par lesquelles le sang arrive dans les branchies ont été précisées. Il a montré que les deux lames qui forment cet organe jouent, en général, toutes deux un rôle actif dans la respiration; elles sont formées par des vésicules très aplaties, dont les parois adhèrent l'une à l'autre sur certains points seulement, laissant alors dans leur intervalle un système lacunaire irrégulier et dont l'agencement varie

suivant les groupes zoologiques. C'est dans ce réseau que chemine le sang, et c'est là qu'il perd son acide carbonique et qu'il se charge d'oxygène. Une disposition vasculaire identique existe dans le dernier article de l'abdomen, ou *telson* des Cymothoadiens, et M. Delage pense que cet organe doit être considéré comme une branchie accessoire.

Cet emprunt que l'appareil respiratoire fait au système tégumentaire n'est pas le seul qui existe chez les Isopodes, et déjà M. Fritz Muller avait constaté que, chez les Tanais, les lames abdominales, qui d'ordinaire jouent le rôle de branchies, ne servent pas à cet usage, et que la respiration s'opère au moyen d'une branchie anormale, située de chaque côté et au dessous de l'espèce de carapace formée par la soudure de la tête avec le premier anneau thoracique. M. Delage s'est parfaitement rendu compte de la structure de ces organes fort singuliers; il en a injecté les vaisseaux, il en a reconnu les connexions, et il a été frappé des ressemblances que présentaient ces parties avec les lames abdominales des Isopodes ordinaires et avec le *telson* des Cymothoadiens.

Chez certains Isopodes parasites, tels que les Bopyres, dont le corps se déforme et s'écarte beaucoup du type ordinaire, l'appareil circulatoire subit des transformations dont l'étude offre un intérêt facile à comprendre. L'auteur a vu tous les vaisseaux du Bopyre se confondre en une seule aorte, d'où naissent toutes les artères; il a remarqué pour le sinus abdominal des modifications en rapport avec l'appropriation particulière des lobes de l'abdomen; ceux-ci, protégés par la carapace de l'hôte où vit le Bopyre, se sont adaptés à la respiration : aussi leurs connexions vasculaires se prêtent-elles à ces nouvelles exigences; leurs canaux afférents viennent des sinus veineux, et leurs canaux afférents se rendent au cœur comme ceux des branchies.

L'appareil circulatoire des Amphipodes varie peu dans sa constitution; il est plus simple que celui des Isopodes; les artères ont des ramifications beaucoup moins nombreuses, et au contraire les lacunes et les sinus sont plus développés. Le système artériel et le système veineux tendent à se confondre, et dans les divers appendices, branchies ou pattes, les vaisseaux sont disposés de la même façon.

M. Delage nous fait connaître aussi chez ces Crustacés la valvule située à l'entrée de l'aorte postérieure et l'existence d'un anneau vertical péricérébral vasculaire. Ce cercle est caractéristique des Amphipodes et coexiste avec la couronne artérielle périœsophagienne que nous avons signalée chez les Isopodes.

La circulation du sang des Lœmodipodes était à peine connue; les zoologistes avaient vu se détacher du cœur deux aortes rudimentaires, et ils avaient distingué, à travers les téguments des pattes, certains courants sanguins. M. Delage a complété ces observations; il a montré que la disposition de l'appareil vasculaire est la même que chez les Amphipodes, sauf les modifications entraînées par l'atrophie de l'abdomen, et que l'aorte forme autour du cerveau un anneau précérébral semblable à celui de ces Crustacés.

Tels sont les principaux faits qui semblent acquis à la Science par les recherches de M. Yves Delage; votre Commission a été unanime pour reconnaître l'habileté qui avait présidé à son travail et l'intérêt des résultats obtenus. La méthode d'investigation qu'il a suivie lui a paru digne d'encouragement. Les dissections délicates, l'anatomie fine ont été trop souvent délaissées au détriment du progrès des Sciences naturelles pour qu'elle ne voie pas avec plaisir les jeunes zoologistes entrer dans cette voie si féconde; aussi, bien que l'auteur n'ait répondu qu'à une partie seulement du programme de l'Académie et qu'il ait laissé dans cette partie quelques points obscurs, sur lesquels il devra plus tard revenir, elle lui décerne le grand prix des Sciences physiques pour 1881.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Blanchard, H. Milne Edwards, Ch. Robin, Alph. Milne Edwards; de Quatrefages, rapporteur).

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour l'année 1881.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Bouillaud, Marey, Ch. Robin, H. Milne Edwards, baron Larrey, baron Cloquet, Bouley rapporteur.)

PRIX.

La fièvre jaune à la Martinique. — Les Maladies des Européens aux Antilles.

Ces deux Ouvrages, de M. Bérenger-Féraud, médecin en chef de la Marine, ont paru à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie dignes d'un des prix dont elle dispose, parce qu'ils représentent une grande somme de travail pour l'éclaircissement de questions sanitaires qui touchent à de très grands intérêts.

D'où vient la fièvre jaune à la Martinique?

Y est-elle importée?

Naît-elle sur les lieux?

N'y a-t-il pas, quelle que soit son origine première, des conditions accidentelles de milieux qui favorisent sa propagation?

Pour résoudre ces différentes questions, M. Bérenger-Féraud s'est livré à un long et pénible travail de dépouillement des documents relatifs à l'apparition de la fièvre jaune à la Martinique depuis 1635, date de la découverte de l'île jusqu'à nos jours, et cette analyse raisonnée l'a conduit à cette conclusion : que la fièvre jaune était une maladie importée qui se propageait par contagion avec plus ou moins d'activité, suivant la nature des conditions atmosphériques régnantes au moment de l'importation.

D'où ces indications prophylactiques essentielles : se tenir, de tout temps, en garde contre l'invasion de la fièvre jaune par des mesures quarantenaires dont il ne faut jamais se départir, et quand, malgré ces précautions, la maladie s'est introduite, se mettre en garde contre sa contagion et prendre, à cet égard, toutes les mesures préventives nécessaires pour préserver les populations et les individus.

Telle est l'idée dominante de ce premier Ouvrage.

Dans son deuxième Ouvrage, qui comprend deux volumes, M. Bérenger-Féraud expose tout ce que sa longue expérience lui a appris sur les in-

fluences pathogéniques qui règnent aux Antilles, et sur les effets que les Européens en ressentent plus particulièrement.

Quelle est, dans ces contrées, la part de la malaria? Elle ressort d'une étude topographique très bien faite, à la Martinique tout particulièrement.

Des rapports sont établis entre la pathologie et la climatologie.

Les études météorologiques, faites avec beaucoup de soin, montrent les rapports qui existent entre les courants aériens et les maladies prédominantes, à de certains moments. Avec les vents du sud-ouest coïncide la fièvre jaune; avec ceux du nord-est, les maladies dyssentériques.

Ces rapports résultent, avec une grande précision, d'un relevé chronologique de tous les documents relatifs aux maladies observées depuis 1819 jusqu'en 1877.

Après cet exposé des influences générales vient une étude des conditions spéciales dans lesquelles se développent les maladies auxquelles les Européens sont plus particulièrement exposés.

Tout ce que l'observation a permis de saisir sur ces conditions et sur les moyens propres à les contre-balancer est indiqué dans le livre de M. **Bérenger-Féraud**, avec la compétence que lui a donnée sa longue expérience des lieux et des choses.

Son livre est plein d'enseignements pour les médecins et pour les voyageurs, et ceux qui sauront s'en inspirer en tireront profit pour eux-mêmes et pour les autres.

Recherches sur le daltonisme; par M. le D[r] Favre.

Tous les hommes ne voient pas de la même manière toutes les couleurs.

Pour une minorité, dont la proportion peut s'élever à 10 pour 100, d'après un certain nombre de statistiques, l'impression produite par certaines couleurs n'est pas celle que perçoit la majorité.

L'illustre physicien Dalton était de ceux qui ne voyaient pas comme tout le monde, et l'on peut dire qu'au point de vue de l'intérêt général son infirmité visuelle a été un événement heureux, puisqu'elle lui a fourni l'occasion d'en faire, sur lui-même, une étude qui a été le point de départ des connaissances aujourd'hui acquises sur cette singulière anomalie de la faculté visuelle.

Le nom de *daltonisme*, sous lequel on la désigne généralement, est un hommage rendu au malade observateur de soi-même, qui a fait servir au bien de tous l'étude de sa maladie : grand service rendu, en effet, puisque

aussi bien la *fausse appréciation des couleurs* conduit nécessairement à des jugements erronés sur la signification des signaux destinés à parler aux yeux, et peut devenir la cause des accidents les plus redoutables, lorsque ceux qui ne perçoivent pas les couleurs comme tout le monde ont la charge de la direction soit des corps d'armée, soit des navires, soit des trains de chemin de fer. En de telles occurrences, un signal méconnu peut entraîner les plus grands désastres.

C'est sous la préoccupation de cette idée que M. le Dr **Favre**, de Lyon, a fait du daltonisme l'objet de ses études assidues depuis plus de trente-six ans, de 1854 à 1881.

Et si, aujourd'hui, les administrations de l'armée, de la marine et des chemins de fer font du daltonisme, non seulement en France, mais chez d'autres nations de l'Europe et en Amérique, l'objet de leurs préoccupations, et tâchent de se prémunir contre ses conséquences possibles, en soumettant à des examens, au point de vue de la juste appréciation des couleurs, les hommes dont le rôle doit être principal dans la direction des troupes, des vaisseaux ou des trains, une part principale doit être attribuée à M. Favre dans les résultats obtenus.

Sans doute que M. Favre a eu des précurseurs, en Ecosse et en Suède, dans l'œuvre de préservation des grands désastres à laquelle il s'est attaché, mais personne plus que lui n'a eu la généreuse obsession du bien à faire, et n'a plus contribué à ce qui s'en est accompli.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a accordé à M. **Favre** l'un de ses prix, pour l'ensemble de ses travaux sur le daltonisme, de 1854 à 1881.

Études cliniques sur l'Hystéro-Épilepsie ou grande Hystérie; par M. le Dr Paul Richer.

L'idée fondamentale de ce Livre a été de contribuer à établir, comme l'a dit avec une grande justesse M. le professeur Charcot, dans une Lettre qui lui sert de Préface : que la névrose hystérique n'est pas, comme beaucoup l'affirment encore, même parmi nous en France, contrairement aux enseignements de Briquet, « un protée qui se présente sous mille formes, et qu'on ne peut saisir sous aucune; une maladie hétéroclite composée de phénomènes bizarres, incohérents, toujours changeants, inaccessibles par conséquent à l'analyse, et qui ne pourra jamais se soumettre aux investigations méthodiques. »

M. **Paul Richer**, l'auteur de ces *Études sur la grande hystérie*, montre, au contraire, que dans l'attaque hystérique rien n'est livré aux hasards; que tout se passe suivant de certaines règles bien déterminées, constantes, invariables à quelques nuances près, à l'hôpital comme sur les malades de la ville; les mêmes dans tous les temps, pour tous les pays, chez toutes les races.

Il fait ressortir que l'anesthésie, l'achromatopsie, le transfert, les oscillations consécutives, phénomènes vulgaires de l'hystérie, aujourd'hui connus jusque dans leurs moindres détails et ramenés même, pour la plupart, à leurs conditions physiologiques, constituent désormais, soit qu'on lés considère individuellement, soit qu'on les envisage dans leurs relations réciproques, une caractéristique très nettement déterminée, que ne saurait fausser, aux yeux d'un médecin initié par l'étude, l'intervention de la simulation et de la fourberie.

M. Paul Richer s'est surtout appliqué, enfin, à chercher les signes diagnostiques physiques et facilement appréciables des divers états nerveux propres à la maladie, en se renfermant d'abord dans l'étude des faits les plus simples et les plus manifestes, et en n'abordant qu'ensuite et avec beaucoup de circonspection les faits les plus complexes.

Grâce à un remarquable talent d'artiste, M. Paul Richer a pu compléter et éclaircir ses descriptions par des dessins de la plus fidèle expression, qui font voir les hystériques avec la physionomie et les attitudes qui caractérisent leur maladie : l'agitation, les contractions des différents membres, le tétanisme, les secousses généralisées, les grands mouvements toniques, les phases de résolution, les contorsions diverses et les singulières attitudes qu'elles entraînent, les mouvements désordonnés, l'expression pendant les cris divers que poussent les malades, les phases de la tristesse ou de la gaieté, les attitudes passionnelles, les différents états cataleptiques. Tout cela est représenté, dans le Livre de M. **Paul Richer**, avec une si remarquable fidélité et par un si grand nombre de figures, qui témoignent de la grande habileté de son crayon, qu'on peut dire, avec une absolue vérité, que son Livre parle aux yeux et donne à l'esprit, par leur intermédiaire, cet enseignement profond et durable qui résulte de la figuration des choses. C'est le grand précepte d'Horace mis en pratique de la manière la plus heureuse.

La Commission a récompensé ce travail si intéressant en lui accordant l'un de ses prix Montyon.

MENTIONS.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a attribué l'une de ses mentions à M. **Dastre**, professeur suppléant de Physiologie à la Faculté des Sciences, pour son *Etude critique des travaux récents sur les anesthésiques*.

Condenser dans le moins d'espace possible toute l'histoire de l'anesthésie, faire cesser le désordre et les contradictions qui règnent dans les théories et les explications dont les agents anesthésiques ont été l'objet; montrer qu'aujourd'hui, avec les documents dont on dispose, la question de l'anesthésie est susceptible de recevoir une solution scientifique : tel est le but que s'est proposé M. Dastre, en rédigeant le Mémoire qu'il a adressé à l'Académie pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.

M. Dastre ne s'est pas borné, dans ce travail, à faire œuvre de critique : il y a introduit des résultats de ses recherches personnelles, qui lui donnent un caractère d'originalité.

Témoin la curieuse expérience qu'il a faite, avec la collaboration du Dr Morat, pour prouver que les anesthésiques donnent lieu à la syncope en agissant sur l'appareil modérateur du cœur, c'est-à-dire sur le centre bulbaire d'où procèdent les pneumo-gastriques. Que si, en effet, une fois le cœur arrêté par l'influence d'un sang asphyxique, on coupe les deux pneumo-gastriques, le cœur repart à l'instant avec une grande rapidité, parce qu'alors l'appareil accélérateur agit seul et n'a plus pour contrepoids l'appareil modérateur.

D'après M. Dastre, tous les accidents inévitables de l'anesthésie procéderaient d'un mécanisme toujours le même : *la syncope par excitation du bulbe,* c'est-à-dire l'arrêt du cœur produit par l'excitation du noyau pneumo-gastrique, précédant l'arrêt de la respiration et entraînant la mort quand il se prolonge.

S'inspirant de cette idée, M. Dastre recommande de recourir, pour obtenir l'anesthésie, à une méthode combinée dont les agents seraient la morphine, l'atropine et la vératrine, associées dans leurs effets aux effets du chloroforme.

La morphine permettrait d'éviter la période d'agitation et de prolonger l'anesthésie; l'atropine aurait pour résultat d'empêcher la syncope secondaire et les vomissements; la vératrine relèverait l'activité du cœur.

Cette méthode combinée n'a encore été appliquée que dans les laboratoires, et la Commission croit devoir faire toutes réserves au sujet de son application à la chirurgie de l'homme.

Une mention a été accordée à M. le D[r] **Dejerine** pour un ensemble de travaux sur l'Anatomie et la Physiologie pathologiques.

Nature et mode du processus qui se passe dans le bout périphérique d'un nerf coupé, et causes de la perte de l'excitabilité de ce nerf;

Lésions nerveuses propres au pemphigus, constatées pour la première fois dans les nerfs cutanés;

Démonstration que la paralysie diphtéritique, dont la nature était restée indéterminée, est sous la dépendance constante des racines antérieures, qui sont le siège d'une névrite parenchymateuse, causée par une légère irritation des cellules des cornes antérieures de la moelle épinière.

Les résultats de ces recherches donnent l'interprétation des accidents procédant de la moelle épinière, que l'on observe quelquefois dans la convalescence de la diphtérie. Ils montrent que ces accidents dépendent d'une altération des cellules des racines antérieures;

La paralysie ascendante aiguë est une maladie très rapidement envahissante qui amène la mort en peu de jours.

On ignorait la nature des lésions dont elle procède. M. Dejerine a fait voir qu'elles consistaient dans une névrite parenchymateuse des racines antérieures.

Telles sont les recherches originales qui ont valu à M. **Dejerine** la mention que la Commission lui a accordée.

De l'immunité pour le charbon acquise à la suite d'inoculations préventives par M. Toussaint.

Une ère nouvelle a été ouverte à la grande méthode de la prophylaxie par l'inoculation le jour où M. Pasteur annonça qu'il avait réussi, par un procédé expérimental dont il ne fit connaître d'abord que les résultats, à transformer en vaccin l'un des plus énergiques virus qui fût au monde : celui du choléra des poules.

M. **Toussaint** a eu le mérite de pressentir combien cette découverte devait être féconde, et il se mit immédiatement à l'œuvre pour tâcher d'obtenir les mêmes résultats que M. Pasteur, avec un autre virus : celui du charbon bactéridien, tout autant énergique que celui du choléra des oiseaux.

Si M. Toussaint s'est inspiré de l'idée de M. Pasteur, il n'a pu suivre sa méthode expérimentale, qui n'était pas encore connue au moment où il a entrepris ses recherches, et ce fut là, on peut le dire, une circonstance heureuse, puisqu'elle l'a conduit à trouver la méthode qui lui est propre, à l'aide de laquelle il a résolu, de son côté, le problème d'atténuer le virus du charbon bactéridien jusqu'au point de lui faire remplir l'office d'un vaccin, comme avait fait M. Pasteur pour le virus du choléra des volailles.

C'est par l'application de la chaleur, à la température de 55°, sur le sang charbonneux défibriné, que M. Toussaint est arrivé à cet important résultat.

Il a donc résolu à sa manière le problème de la vaccination d'un virus reconnu toujours mortel dans ses effets, quand on l'inocule à des animaux susceptibles.

Sans doute que sa méthode, à la considérer au point de vue de l'application économique, laisse au hasard une part trop grande, les bactéridies modifiées par la chaleur étant susceptibles, sans qu'on puisse le prévoir, de récupérer, à un moment donné, toute leur énergie dans le milieu organique où on les a introduites, et de donner lieu à des accidents mortels.

Mais, malgré cela, le résultat trouvé par M. Toussaint demeure d'une grande importance au point de vue scientifique, et il serait possible que la pratique eût à bénéficier de la méthode qu'il a inventée, pour obtenir l'atténuation des virus dont l'élément actif n'a pas encore pu être isolé et soumis à une culture atténuante.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a accordé une mention à M. **Toussaint** pour sa découverte de la vaccination du virus charbonneux par la chaleur.

CITATIONS.

Beaunis. — *Nouveaux éléments de physiologie humaine.*

Budin. — *Recherches physiologiques et cliniques sur les accouchements ; — Recherches sur l'hymen et l'orifice vaginal ; — De la tête du fœtus au point de vue de l'obstétrique.*

Martin-Damourette et **Hyades**. — *Sur quelques effets nutritifs des alcalins.*

Guinand. — *De la syphilis des verriers.*

Lombard. — *Traité de climatologie médicale.*

Pacini. — *Del mio metodo di respirazione artificiale,* etc.; — *Sulla durata della possibilita della resurrezione dallo stato di morto apparente,* etc.

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Cloquet, Bouillaud, Sédillot, Gosselin, Marey; Vulpian, rapporteur.)

La Commission, parmi les travaux envoyés à ce concours, n'en a trouvé aucun qui lui ait paru remplir les conditions nécessaires pour mériter le prix Bréant; mais, conformément aux intentions du fondateur et à la décision de l'Académie des Sciences, en date du 13 novembre 1854, elle a examiné si le prix annuel, constitué par l'intérêt du capital, pouvait être décerné à l'auteur de l'un de ces travaux.

Le livre de M. LÉON COLIN, intitulé : *Traité des maladies épidémiques* (origine, évolution, prophylaxie), et qui avait été réservé l'année dernière pour le concours de cette année, contient une étude très intéressante, faite en partie à l'aide de documents nouveaux, sur toutes les questions relatives aux épidémies. Les recherches de l'auteur sur la fièvre typhoïde surtout sont d'une grande importance, car elles ont conduit à généraliser une mesure qui n'avait été jusque-là mise en pratique que d'une façon exceptionnelle et insuffisante : l'*évacuation des foyers épidémiques*. Grâce à cette mesure qui, depuis les travaux de M. L. Colin, est appliquée avec décision dès le début des épidémies de fièvre typhoïde, la mortalité due à cette maladie a diminué d'une façon très sensible dans l'armée et y décroît de plus en plus d'année en année. Ce résultat constitue une donnée d'une haute valeur pour l'étiologie générale des épidémies. En outre, il y a là un service considérable rendu à la médecine publique.

Aussi la Commission n'hésite-t-elle pas à décerner à M. LÉON COLIN, professeur au Val-de-Grâce, le prix annuel constitué par l'intérêt du capital du prix Bréant.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, Bouillaud, Robin, Larrey; Gosselin, rapporteur.)

Des deux Mémoires qui ont été soumis à la Commission, un seul nous a présenté l'ensemble d'investigations propres à l'auteur et de conclusions

originales qui donnent à un travail le caractère de l'innovation scientifique.

Ce Mémoire est de M. le Dr **Dubar**; il a pour titre : *De l'affection tuberculeuse de la mamelle*. Il s'agit là d'une maladie rare, difficile à déterminer, que les cliniciens, et notamment Velpeau, ont entrevue et admise, sans pouvoir en donner la démonstration anatomique. On présumait bien qu'il s'agissait de tubercules lorsqu'une femme présentait, en dehors de la grossesse, les symptômes d'une mammite chronique, qui se terminait par une suppuration et des fistules interminables; mais on n'avait pas vu la lésion à ses débuts, et on n'avait pas poussé assez loin les investigations anatomiques pour prouver qu'il s'agissait plutôt de tubercules que d'inflammation simple.

C'est cette lacune que M. Dubar a essayé de combler. Ayant eu à sa disposition deux pièces sur lesquelles la maladie était assez récente, il les a étudiées à l'œil nu et au microscope. A l'œil nu, il a trouvé une substance grisâtre analogue aux fongosités des membranes synoviales. Au microscope, il a trouvé des granulations, des noyaux séparés et agglomérés, dont un grand nombre à l'état caséeux, et, à l'exemple des auteurs modernes qui, dans les synoviales fongueuses, considèrent les éléments qui précèdent comme caractéristiques du tubercule, il a pensé que le tissu analogue dans la mamelle appartenait à une lésion de même nature.

La Commission fait ici quelques réserves, et se demande s'il n'y a pas lieu d'attendre, pour caractériser le tubercule, d'autres lésions que celles dont parle l'auteur.

Mais, tout en conservant quelques doutes sur ce point, elle n'en reconnaît pas moins que M. Dubar a fait sur ce sujet des recherches personnelles importantes, et que, si son interprétation est contestable, il n'en a pas moins donné la description d'une lésion inconnue jusqu'à présent, qui n'est certainement pas de l'ordre inflammatoire simple, et qui appartient sans aucun doute à la catégorie des néoplasies engendrées par la scrofulose.

C'est pourquoi la Commission vous propose de décerner à M. **Dubar** le prix Godard pour 1881.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Gosselin, Milne Edwards, Vulpian, de Lacaze-Duthiers; Ch. Robin, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages adressés pour le Concours d'embryologie générale fondé par M. Serres, votre Commission a particulièrement remarqué ceux de M. **Édouard Van Beneden**, professeur de Physiologie à l'Université de Liège.

Fils de notre éminent Correspondant de Louvain, ce savant a suivi avec distinction les traces de ce maître depuis plus de vingt années. Dans une autre direction, il est devenu maître lui-même, et a introduit au sein des Universités belges l'enseignement par démonstration dans les laboratoires, en cherchant à déterminer la nature des choses organiques par l'étude directe de leur développement.

De l'école ainsi formée sont sortis des élèves déjà connus par de bons travaux, publiés dans un Recueil qu'il a fondé, les *Archives de Biologie*.

Mais ce qui nous a paru digne d'être couronné par l'Académie des Sciences, ce sont les travaux d'embryogénie poursuivis avec persévérance par M. E. Van Beneden depuis plus de quinze ans.

Il a consigné ses utiles recherches, portant sur le développement des Vertébrés, aussi bien que des Invertébrés, dans vingt-trois Brochures et Volumes, déposés dans notre Bibliothèque, et dont les titres sont consignés à la page 1382 du tome XLII de nos *Comptes rendus*.

Le Résumé des résultats obtenus par ce long ensemble d'observations n'a pu prendre place lui-même dans ce Rapport, en raison des nombreux détails descriptifs qu'il a exigés [1].

Notons seulement que les faits considérés comme nouveaux ou reconnus comme tels, soumis à notre jugement, sont relatifs à plusieurs points de la constitution de l'ovule examiné comparativement dans les Invertébrés et les Vertébrés, de l'époque de son apparition à celle dite *de maturité*. Ce premier et important ordre de recherches a été suivi d'observations sur l'évolution ovulaire et embryonnaire de divers protozoaires d'abord, les *Grégarines* et les *Dicyémides*, de polypes hydraires, de cestoïdes et de plusieurs familles de Crustacés ensuite. Parmi les Vertébrés, il a étudié le déve-

---

[1] Publié dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*; Paris, 1882, numéro de janvier.

loppement de quelques Poissons osseux, et plus particulièrement des Chauves-Souris et des Rongeurs. Sur les uns et les autres de ces animaux, le soin que M. Van Beneden a mis à suivre toutes les phases évolutives, sans en omettre aucune, l'a conduit à faire connaître nombre de faits nouveaux, relatifs non seulement à la fécondation, à l'ovulation et à la segmentation du vitellus, mais encore à la première production de l'axe nerveux, de l'amnios, de l'allantoïde, de la corde dorsale, de l'aire vasculaire, du cœur, etc.

Le nombre des observations, celui des dispositions organiques évolutives signalées et jusqu'alors non décrites, le soin et l'exactitude apportés dans leur représentation, dans l'indication des procédés à suivre pour les constater, ne sont pas tout ce que votre Commission a jugé digne d'être récompensé. C'est aussi l'esprit logique et rigoureux dans les inductions qui ont conduit l'auteur vers la recherche de faits importants encore neufs ou peu connus. C'est enfin la sagacité avec laquelle il a comparé les notions anatomiques et physiologiques de même ordre, sur de nombreuses espèces d'Invertébrés d'une part, de Vertébrés de l'autre; contrôlant les unes de ces notions par les autres, il a pu leur donner ce caractère de certitude, en même temps que de généralité, voulu pour qu'elles deviennent réellement scientifiques.

Toute interprétation théorique des faits emporte naturellement toujours avec elle un caractère personnel, dont le temps seul juge, en dernier ressort, la justesse. Aussi votre Commission croit-elle devoir faire ses réserves sur plusieurs de celles qui concernent, en particulier, le système lymphatique, la provenance originelle des sexes, etc... Mais ce que ces vues offrent de discutable n'enlevant rien à l'importance des faits considérés comme nouveaux dans les recherches de M. **Édouard Van Beneden**, la Commission, à l'unanimité, propose de lui décerner le prix Serres.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Marey, Bouley; Robin, rapporteur.)

L'Académie est appelée à décerner, pour la première fois, un prix fondé par l'un de ses membres éminents, le chirurgien Lallemand. On sait que des travaux scientifiques sur les sujets de Physiologie et de Pathologie les

plus divers, autant que la pratique chirurgicale, ont donné à son nom la grande notoriété dont il a joui de son vivant, notoriété qui accompagnera longtemps encore sa mémoire.

Depuis ses *Lettres sur l'encéphale*, le plus remarquable peut être de ses travaux, jusqu'à ses *Études sur l'éducation physique et l'éducation morale*, tout montre dans cet esprit sagace une préoccupation constante :

Déterminer les conditions dans lesquelles s'accomplissent les phénomènes nerveux ; quel est le point de départ de leurs troubles morbides ?

Aussi le voyons-nous, peu de mois avant sa mort, qu'il prévoyait prochaine, fonder un *prix destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux dans la plus large acception des mots ; les recherches anatomiques faites dans toutes les familles des animaux, y comprenant tout ce qui concerne les fonctions des différentes parties de l'encéphale, de la moelle, du grand sympathique, ainsi que leurs relations avec les besoins, les instincts, les passions, les facultés intellectuelles, etc., des animaux en général et de l'espèce humaine en particulier.*

Parmi les travaux soumis à son appréciation, votre Commission a été heureuse, en conséquence, de trouver le *Traité des maladies mentales* (1881) de M. le Dr Luys, qui entre pleinement dans les conditions du concours formulées par Lallemand.

Cet Ouvrage se distingue de tous ceux du même ordre par ce fait que l'anatomie, la physiologie et la pathologie de l'encéphale y sont traitées par le même auteur. Cette particularité donne un caractère scientifique propre à l'ensemble de ce travail.

La constitution de l'appareil, ses fonctions, les perturbations diverses de celles-ci sont étudiées dans le même esprit, par le même observateur, pour la première fois, croyons-nous.

L'anatomie et la physiologie du cerveau ne constituent pas la principale partie de l'Ouvrage, elles en représentent une division destinée spécialement à servir de guide dans l'étude de la médecine mentale ; mais, deux fois déjà en l'espace de près de vingt années, les Commissions du prix Montyon ont couronné les recherches originales de M. Luys, résumées dans le Traité qui est soumis aujourd'hui à notre examen.

Ces recherches n'étaient en quelque sorte que des préliminaires indispensables, devant conduire à une étude médicale, aussi logique et persévérante que rigoureuse, de toutes les modifications accidentelles dont le système nerveux central peut devenir le siège, au même titre que tout autre système anatomique.

La manière dont se trouvent intimement solidaires ici les états organiques d'une part et les manifestations nerveuses correspondantes de l'autre font que, dans la grande majorité des faits observés, à tout écart des facultés instructives, intellectuelles et morales, répondent autant de lésions permanentes ou transitoires, comme ces troubles eux-mêmes.

Réciproquement, toute altération des centres nerveux, tant organique proprement dite que par action excessive ou sans repos intermédiaire, entraîne inévitablement de proportionnelles perturbations, depuis les perceptions, les incitations motrices et volitives, jusqu'aux simples actes de mémoire, de répétition ou production à nouveau d'actes encéphaliques déjà une ou plusieurs fois accomplis auparavant.

Ce vaste, mais cohérent ensemble de désordres anatomiques et fonctionnels constitue aujourd'hui un sujet d'études ayant un caractère scientifique des mieux déterminés.

C'est ce sujet qui représente la partie essentielle, le corps de l'Ouvrage de M. Luys. Les relations qu'ont avec les maladies mentales les altérations anatomiques et fonctionnelles de divers des organes et appareils, autres que les centres nerveux, sont également étudiés ici avec toute l'attention voulue. Nous ne pouvons, du reste, entrer dans l'examen des détails, à la fois trop nombreux et trop purement médicaux que renferme et devait renfermer ce Volume. Notons seulement que la méthode qui en a coordonné toutes les parties y a souvent donné un caractère neuf à des points étudiés de longue date.

La Commission doit, toutefois, faire ses réserves sur quelques interprétations concernant divers détails d'anatomie de structure, sur le choix des termes employés par l'auteur dans certaines de ses descriptions physiologiques, etc.

Mais ce qu'elle doit reconnaître, ce sont les progrès qu'il a fait faire à l'étude des maladies cérébrales, à la détermination de leur nature, comparativement à ce que la Pathologie possédait jusqu'à ce jour.

Aussi votre Commission, à l'unanimité, a décerné le prix Lallemand à M. le Dr **Luys**.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Vulpian, Ch. Robin, Gosselin, H. Milne Edwards ; Marey, rapporteur.)

Depuis plusieurs années, M. **d'Arsonval** poursuit une série de recherches sur la chaleur animale, en se plaçant au double point de vue de la mesure des températures et de la détermination des quantités de chaleur produites par les êtres vivants.

Élève de Cl. Bernard, M. d'Arsonval a prêté un utile concours à notre illustre et regretté confrère dans ses recherches sur la répartition des températures dans les différentes parties du corps ; il a, en effet, beaucoup accru la sensibilité et la précision des *appareils thermo-électriques* employés aux mesures délicates des températures ([1]).

Les aiguilles thermo-électriques subissaient parfois, de la part des liquides de l'organisme, une attaque chimique d'où naissaient des courants qui troublaient les indications du galvanomètre. D'autre part, si l'on protégeait ces aiguilles par une enveloppe isolante, on diminuait la sensibilité de l'instrument en gênant la transmission de la chaleur. M. d'Arsonval a su parer à ces inconvénients en faisant les sondes de deux métaux, dont l'un constitue une enveloppe tubulaire dans laquelle l'autre est complètement enfermé. De cette façon, l'action du sang et des humeurs ne porte plus sur les deux métaux de la sonde, et, d'autre part, celle-ci conserve toute sa conductibilité pour la chaleur.

On se servait autrefois, dans les expériences thermo-électriques, d'un vase rempli de glace fondante, pour donner une température fixe à l'une des aiguilles. Il en résultait un écart très grand entre les températures qu'il s'agissait de comparer. M. d'Arsonval a accru la sensibilité des mesures thermo-électriques en substituant à la glace fondante une étuve dont la température est aussi rapprochée qu'on veut de celle de l'organisme vivant et maintenue parfaitement constante au moyen d'un régulateur. Cette méthode permet d'obtenir des mesures absolues de la température.

Le galvanomètre lui-même a reçu d'importantes modifications : MM. d'Ar-

([1]) Voir Cl. Bernard, *Leçons sur la Physiologie opératoire*. Paris. 1879; p. 463 et suiv.

sonval et Deprez ([1]) ont imaginé de renverser la disposition de cet instrument en le formant d'un cadre métallique à travers lequel passe le courant, et qui oscille à la manière d'une balance dans un champ magnétique très dense. Ce galvanomètre ne subit pas l'influence des corps magnétiques environnants : il est portatif et d'une extrême sensibilité. Tous ces avantages sont particulièrement précieux pour les physiologistes.

Enfin M. d'Arsonval a imaginé un dispositif fort simple qui permet de comparer deux à deux la température de huit ou douze sondes thermo-électriques plongées simultanément dans différentes parties du corps.

La *Calorimétrie* a reçu de M. d'Arsonval des perfectionnements plus grands encore. Au lieu du calorimètre de glace qui soumet les animaux en expérience à un froid excessif, au lieu des procédés basés sur la méthode des mélanges qui nécessitent des calculs et des corrections délicates, M. d'Arsonval place les animaux dans un appareil qui inscrit automatiquement le nombre de calories dégagées, en fonction du temps. La création de cette méthode a passé par des phases successives qu'il est intéressant de rappeler.

Le point de départ a été la construction de l'enceinte à température constante dont il a été question à propos des recherches de l'auteur sur les mesures thermo-électriques.

Un perfectionnement très important a été introduit alors dans la régulation des températures. Au lieu d'actionner le régulateur de température par la dilatation du liquide contenu dans une sorte de thermomètre, M. d'Arsonval a utilisé, à cet effet, la dilatation d'une masse considérable de liquide contenue entre les doubles parois cylindriques dont l'étuve est formée.

De cette façon, la moindre variation de la température de l'étuve tend à se corriger d'elle-même. Beaucoup de nos confrères, physiciens, chimistes ou physiologistes, ont adopté l'emploi de ces étuves et ont pu en constater la fixité parfaite.

Une fois en possession d'une enceinte à température constante, M. d'Arsonval conçut le projet de son calorimètre. Dans cette première enceinte, il en plaçait une seconde à la même température, et dans celle-ci il introduisait un animal. L'enceinte intérieure, ou calorimètre proprement dit, ne pouvait subir aucun refroidissement, mais éprouvait au contraire un échauffement par la chaleur que dégageait continuellement l'animal. Cette cha-

([1]) Voir la *Lumière électrique*, n° 46, 7 septembre 1881.

leur, on l'enlevait constamment au moyen d'un courant d'eau à zéro qui traversait un serpentin logé dans les parois du calorimètre et s'écoulait au dehors après avoir acquis la température de celui-ci. Un régulateur de cet écoulement d'eau faisait varier la vitesse du courant de telle sorte que le calorimètre gardât toujours sa température initiale.

On voit que cette méthode permet d'estimer à chaque instant la quantité de chaleur produite par l'animal depuis son entrée dans le calorimètre. Supposons, en effet, qu'à un moment donné il soit passé par l'instrument 1^{lit} d'eau. Si le calorimètre est à 30°, ce litre d'eau, qui y est entré à la température de 0°, représente 30^{cal} enlevées à l'appareil pour le maintenir à sa température initiale, et cette chaleur enlevée correspond exactement à celle que l'animal a produite pendant ce temps.

Sous la forme qui vient d'être décrite, ce calorimètre permettait déjà certaines expériences de Physiologie. A l'aide de cet appareil, M. d'Arsonval avait confirmé les intéressants résultats obtenus par M. Moitessier dans ses études sur l'incubation des œufs d'oiseaux : comme cet expérimentateur, il avait vu que, pendant les premiers temps de son développement, l'embryon absorbe de la chaleur, tandis qu'il en dégage à la fin de l'incubation. D'autre part, en plaçant dans son calorimètre des animaux de différentes espèces, M. d'Arsonval avait pu évaluer pour chacune d'elles la quantité de chaleur produite en un temps donné et rapportée à l'unité de poids (¹).

D'autres progrès devaient bientôt être réalisés encore. M. d'Arsonval, sentant qu'il importait de pouvoir suivre à chaque instant la production de la chaleur, combina son calorimètre avec les appareils inscripteurs de l'écoulement des liquides, appareils dont votre rapporteur a décrit (²) différents types qu'il emploie dans son laboratoire. Le calorimètre se trouva ainsi transformé en un *calorigraphe*, qui traduit par une courbe la quantité de chaleur dégagée en fonction de temps.

Il fut dès lors possible de suivre avec exactitude les changements qui surviennent à chaque instant dans la production de la chaleur sous certaines influences passagères, telles que l'action ou le repos, l'obscurité ou la lumière, l'abstinence ou l'alimentation.

C'est ainsi que, par les perfectionnements successifs de sa méthode et de

---

(¹) Voir les Notes successives de M. d'Arsonval, *Comptes rendus*, séances des 12 mars 1877, 25 août 1879, 27 septembre 1880, 10 janvier 1881, 11 juillet 1881.

(²) Voir MAREY, *la Méthode graphique*, p. 587. Paris, 1878.

ses appareils, M. d'Arsonval a rendu la calorimétrie plus facile. Ce savant a ouvert ainsi aux expérimentateurs un vaste champ à explorer, et il a lui-même obtenu, dans cette voie, des résultats importants.

En conséquence, votre Commission vous propose de décerner à M. **d'Arsonval** le prix Montyon de Physiologie expérimentale.

Cette proposition est adoptée.

PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Cloquet, Bouillaud, Sédillot, Gosselin, Marey, H. Milne Edwards, Ch. Robin, Bouley; Vulpian, rapporteur.)

La Commission chargée d'examiner les titres des candidats au prix Lacaze a fixé son choix sur M. **Brown-Séquard**, professeur au Collège de France.

Les titres de M. Brown-Séquard sont considérables. Depuis près de quarante années, il a déployé une activité infatigable dans l'étude expérimentale de questions physiologiques d'un haut intérêt, et ses recherches ont été des plus fructueuses. Il n'est aucun sujet qu'il ait abordé sans ajouter de nouveaux faits à ceux qu'avaient trouvés ses devanciers. D'autre part, entrant le premier dans certaines régions de la science, à peu près inexplorées avant lui, il y a fait d'importantes découvertes.

Il suffira, pour justifier le choix de la Commission, de rappeler quelques-uns des principaux travaux de M. Brown-Séquard. Par une série nombreuse de Notes et de Mémoires, il a établi d'une façon inattaquable, contrairement à ce qu'enseignait alors la Physiologie classique, que les éléments conducteurs de la sensibilité subissent un entrecroisement dans la moelle épinière; de telle sorte qu'une section transversale d'une moitié de ce centre nerveux détermine une paralysie du mouvement du même côté et une paralysie de la sensibilité du côté opposé, dans les parties qui reçoivent leurs nerfs de la région de la moelle située au-dessous ou en arrière du siège de la lésion. Il a fait voir qu'il en est ainsi même chez l'homme, et il a donné par là aux médecins et aux chirurgiens le moyen de diagnostiquer l'existence de certaines lésions unilatérales de la moelle épinière. Bien d'autres faits très intéressants, relatifs à la physiologie de la moelle et applicables à la pathologie, lui sont dus.

Il a étudié, bien plus profondément qu'on ne l'avait fait avant lui, les relations qui existent entre l'intégrité de l'irrigation sanguine des tissus et

l'énergie des propriétés physiologiques de ces tissus. Qui ne connaît les expériences à l'aide desquelles il a montré qu'on pouvait, par l'injection de sang défibriné et oxygéné dans les vaisseaux d'un membre récemment séparé du corps, faire renaître pour ainsi dire les propriétés des muscles et des nerfs de ce membre, propriétés qui avaient disparu par suite de la cessation de la circulation dans ces organes?

M. Brown-Séquard est le premier physiologiste qui ait constaté que les vaisseaux se resserrent sous l'influence de l'électrisation des nerfs qui s'y rendent. Le premier aussi, il a attribué nettement à la paralysie des parois vasculaires la dilatation des vaisseaux et l'augmentation de chaleur qui, comme l'a découvert Cl. Bernard, se manifestent, sous l'influence de la section du cordon cervical sympathique, dans la moitié correspondante de la tête : il a fait voir, en effet, que l'électrisation du bout supérieur de ce cordon, faite au moment où les phénomènes produits par la section ont atteint leur plus haut degré de développement, détermine le resserrement des vaisseaux dilatés, fait pâlir les parties congestionnées et y amène un refroidissement notable. C'est donc bien lui qui a mis hors de doute l'existence des nerfs vaso-moteurs constricteurs, et leur mode d'action sur les vaisseaux et sur la température des parties correspondantes.

Les expériences poursuivies par M. Brown-Séquard sur la moelle épinière l'avaient amené à constater un fait entièrement nouveau. Les cobayes sur lesquels il pratiquait certaines lésions de ce centre nerveux étaient atteints peu de temps après d'une affection convulsive intense, offrant la plus grande analogie avec l'épilepsie. L'étude qu'il a faite de cette épilepsie expérimentale l'a conduit à découvrir les particularités les plus intéressantes : la possibilité de provoquer cette affection par des lésions de nerfs périphériques; l'apparition d'une zone épileptogène chez ces animaux, etc. Les recherches faites dans cette voie par M. Brown-Séquard ont été mises largement à contribution par la pathologie humaine. Il convient d'ailleurs de rappeler ici que c'est à M. Brown-Séquard que l'on doit la théorie admise aujourd'hui pour l'explication du mécanisme de la production des accès de l'épilepsie.

C'est aussi en étudiant l'épilepsie expérimentale, découverte par lui, que M. Brown-Séquard a trouvé le fait important de la transmission héréditaire de cette affection. Depuis lors il a montré que diverses lésions acquises peuvent aussi se transmettre par hérédité.

Dans ces dernières années, M. Brown-Séquard s'est attaché à l'étude d'actions peu connues jusqu'à lui, et dont il a étendu considérablement le

domaine : ce sont les actions inhibitoires que des lésions, ou irritations de certaines parties du système nerveux, peuvent exercer à distance sur les propriétés et l'activité physiologiques de certaines autres parties du même système.

Il serait facile d'étendre beaucoup ces indications, en puisant dans le riche bagage scientifique de M. Brown-Séquard. Elles suffisent pour donner une idée de l'importance des travaux de ce physiologiste, qui occupe un rang des plus élevés dans l'estime du monde savant.

La Commission propose donc à l'Académie de décerner le prix Lacaze à M. E. **Brown-Séquard.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX GÉNERAUX.

PRIX MONTYON. — ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, Pasteur; Peligot, rapporteur.)

Le résidu le plus abondant de la fabrication du sucre de betteraves, la *mélasse*, est aujourd'hui l'une des sources principales de la production de l'alcool : soumise à la fermentation et distillée, elle laisse comme nouveau résidu un liquide brun, très aqueux, la *vinasse*, qui contient la plupart des matières organiques et minérales du jus de la betterave. Dès l'année 1837, un industriel éminent dont la Science déplore la perte toute récente, Dubrunfaut, avait montré tout le parti qu'on peut tirer de cette vinasse pour l'extraction des sels de potasse et de soude qu'elle renferme. Il créa l'industrie des *salins de betteraves* qui débarasse les cours d'eau d'une cause incessante d'insalubrité et qui fournit annuellement, en France seulement, environ 2000 tonnes de sels alcalins.

» Aujourd'hui, dans les distilleries de mélasse, on calcine dans un four à réverbère spécial la vinasse qu'on a préalablement évaporée à consistance sirupeuse : le produit de la calcination est le *salin*, renfermant, comme principales matières solubles dans l'eau, du carbonate et du sulfate de potasse, du chlorure de potassium et du carbonate de soude.

» Les produits gazeux provenant de la décomposition des matières organiques en partie brûlés, en partie entraînés avec les gaz de la combustion, sont déversés dans l'atmosphère, au grand détriment des habitants du voisinage.

Les pertes occasionnées par ce travail et les inconvénients qu'il présente au point de vue de la salubrité ont depuis longtemps attiré l'attention des distillateurs de betteraves. Dans une grande usine située à Courrières (Pas-de-Calais), MM. **Tilloy-Delaune** et M. **Camille Vincent**, ingénieur, professeur de Chimie industrielle à l'École Centrale, sont arrivés à tirer de ces vinasses un parti des plus avantageux; en distillant ces produits *en vases clos*, ils obtiennent des substances fort complexes, notamment de l'ammoniaque, de l'alcool méthylique, une série de bases pyridiques, de nitriles et des acides de la série grasse et des quantités considérables de triméthylamine. M. Camille Vincent est arrivé à séparer ces divers produits; dans ces cinq dernières années, il a présenté à l'Académie des travaux d'une grande valeur sur les matières provenant de la distillation des vinasses de betteraves.

L'intérêt, au point de vue de l'hygiène publique, que présente le travail de l'usine de Courrières, est considérable; mais cet intérêt n'est pas moindre au point de vue économique, puisqu'il permet de recueillir et de restituer au sol, sous forme de sels ammoniacaux, la plus grande partie de l'azote que contient la betterave. De plus, la production même de ces sels ammoniacaux est devenue la source de dérivés méthyliques qu'on emploie pour la fabrication d'un grand nombre de matières colorantes.

Quelques chiffres feront apprécier l'importance de cette nouvelle industrie : on distille chaque jour, à Courrières, 90 tonnes de mélasse dont on retire 250 hectolitres d'alcool presque pur et qui laissent environ 400 tonnes de *vinasses*. Celles-ci, étant évaporées, puis distillées en vases clos, fournissent 10 tonnes de salin brut; des produits condensés pendant la fabrication du salin on sépare 1500^{kg} de sulfate d'ammoniaque et 1800^{kg} de sels de triméthylamine à l'état de dissolution concentrée. Les gaz inflammables non condensés sont dirigés sous les grilles des foyers et servent, par conséquent, de combustible.

Pour tirer parti de la triméthylamine, M. Camille Vincent la transforme en ammoniaque et en dérivés de l'alcool méthylique. On sait que, par l'action de l'acide chlorhydrique sec sur une ammoniaque méthylique chauffée à une température convenable, on obtient du chlorhydrate d'ammoniaque et du chlorure de méthyle; mais cette réaction présente dans sa mise en

pratique de très grandes difficultés. Le procédé qu'emploie M. Vincent est beaucoup plus simple; il consiste à soumettre à l'action de la chaleur seule la dissolution concentrée de chlorhydrate de triméthylamine; entre 260° et 325°, ce dernier corps se transforme partiellement en ammoniaque, en triméthylamine et en chlorure de méthyle. Ce mélange est facilement dépouillé des alcalis qu'il renferme au moyen de l'acide chlorhydrique, avec lequel on les met en contact : le chlorure de méthyle gazeux est lavé à l'eau, recueilli dans un gazomètre, puis séché et liquéfié par compression. Quant au sel ammoniac, il est séparé par cristallisation et essorage; le chlorhydrate de méthylamine, qui l'accompagne, rentre dans la fabrication courante. Aujourd'hui, la totalité de la triméthylamine qu'on produit à Courrières est utilisée pour la production du chlorure de méthyle et du sel ammoniac.

Le chlorure de méthyle, qui bout à — 23° sous la pression atmosphérique normale, est emmagasiné et transporté dans des réservoirs en tôle d'acier d'une contenance de 200^{kg} : on sait qu'il fournit l'un des procédés les plus élégants pour la production du froid; mais son emploi le plus important est pour la fabrication des produits méthylés, notamment du vert méthylé et de la diméthylamine; cette dernière base est aujourd'hui la matière première d'une importante série de composés colorants.

On voit, par les détails qui précèdent, qu'en soumettant les vinasses à la distillation en vases clos, MM. Tilloy-Delaune ont résolu une question qui intéresse à un haut degré l'hygiène publique et l'agriculture; en utilisant pour la fabrication des sels ammoniacaux et du chlorure de méthyle les méthylamines que fournit la distillation des mélasses, M. Camille Vincent a, de plus, introduit dans l'industrie chimique des produits qui jusqu'alors restaient confinés dans nos laboratoires.

En conséquence, par un vote unanime, la Commission des Arts insalubres décerne à MM. CAMILLE VINCENT et TILLOY-DELAUNE le prix des Arts insalubres de la fondation Montyon.

La Commission accorde une indemnité de *cinq cents francs* à Mlle DE ROSTAING, à l'occasion des travaux qu'elle a exécutés avec son frère, décédé, sur la conservation des viandes par l'action des poudres végétales neutres, telles que la farine de garance, etc.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bertrand, Rolland, Wurtz;
Breguet et Dumas, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner le prix Trémont, de l'année 1881, à M. **Golaz**. Modeste collaborateur de M. Regnault, M. Golaz a construit tous les appareils de l'illustre physicien.

Quoique très âgé aujourd'hui, il travaille encore pour les savants qui étudient la chaleur, la compression des gaz et des liquides, etc. La perfection des produits sortis de ses ateliers n'a jamais été dépassée.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Dumas, Decaisne, Hermite, Berthelot;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne, à l'unanimité, le prix Gegner, de l'année 1881, à M. **Lemonnier**, pour l'encourager à poursuivre ses travaux de Mathématiques pures.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX J. REYNAUD.

Commissaires : MM. Bertrand, H. Milne Edwards, Wurtz, Boussingault;
Dumas, rapporteur.)

La Commission chargée de décerner le prix institué par Mme J. Reynaud n'avait pas hésité un seul instant. La généreuse fondatrice ayant, par une disposition spéciale, réservé place au concours pour les membres de l'Institut, nous avions jugé, d'un avis unanime, que la découverte du principe de la dissociation désignait au choix de l'Académie notre éminent confrère **Henri Sainte-Claire Deville**. Ce témoignage de la haute valeur que la philosophie chimique assigne à la loi féconde dont il a doté le monde savant, il ne nous a pas été permis de le lui offrir pendant sa vie : nous

nous acquittons d'un pieux devoir en le déposant respectueusement sur sa tombe.

On savait depuis longtemps que dans certaines conditions, imparfaitement appréciées, des effets chimiques inverses peuvent se manifester. Le fer décompose l'eau, s'oxyde à ses dépens et met l'hydrogène en liberté. D'un autre côté, l'oxyde de fer est réduit par l'hydrogène, en produisant de l'eau, tandis que le fer reprend l'état métallique. Les exemples de ces actions inverses n'étaient point rares.

Il était réservé à notre regretté confrère Henri Sainte-Claire Deville de rattacher ce phénomène aux lois qui régissent la formation des vapeurs, d'en préciser les conditions, d'en mettre la généralité en évidence et d'en faire pressentir les conséquences.

Plus heureux encore, il lui a été permis d'assister au développement de sa pensée, effectué sans relâche par des élèves dévoués à leur maître, et de constater qu'elle donnait au géologue, au météorologiste et à l'astronome le même secours qu'elle avait offert, dès le début, au chimiste et au physicien.

Le point de départ de la découverte est un fait singulier. Un savant anglais éminent, M. Grove, avait reconnu qu'un globule de platine porté à une température voisine de la fusion et plongé dans l'eau décompose celle-ci, en dégageant un mélange détonant, formé d'oxygène et d'hydrogène. Notre confrère a fait voir que le platine n'est pour rien dans le résultat; qu'à la température très élevée où il commence à fondre correspond celle où l'eau commence à se décomposer. L'eau ne disparaît pas en entier; seulement, à mesure que la chaleur monte, la quantité décomposée s'accroît. Il s'établit donc un équilibre entre la vapeur d'eau, l'hydrogène et l'oxygène pour une température donnée. Qu'on dépasse celle-ci, une nouvelle portion de vapeur d'eau se décompose; qu'on descende au-dessous, l'hydrogène et l'oxygène se combinent en partie, et, dans les deux cas, le mélange de la vapeur et du fer, éléments gazeux, cherche et trouve le nouvel état d'équilibre qui convient à la température.

Il en est de même de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et de beaucoup d'autres corps, à l'égard desquels notre confrère a mis en évidence le groupement changeant des éléments sous l'influence de la chaleur.

Tel est le phénomène auquel il a donné le nom de *dissociation*. Il s'éloigne absolument de la pensée, généralement admise autrefois, qui attribuait des termes fixes aux températures capables de déterminer l'union ou la séparation du corps.

Il y a donc une tension de dissociation variable. De même que la vapeur d'eau se dégage de l'eau solide ou liquide en quantités plus ou moins abondantes, selon leur état thermométrique, jusqu'au moment où elle entre tout entière en vapeurs, de même les éléments d'un composé se séparent en quantités croissantes avec l'élévation de température, jusqu'au moment où l'existence de celui-ci devient impossible. Les lois qui président aux changements d'état d'un corps président aussi à la destruction d'un composé. La chaleur se montre comme une force capable de détruire les effets de la combinaison chimique des atomes, de même qu'elle s'oppose à ceux de l'union physique des molécules; dans les deux cas, elle agit en vertu des mêmes lois.

C'est ainsi que notre confrère M. Debray a pu démontrer, par les expériences les mieux conçues et les mieux interprétées, qu'il existe pour le carbonate de chaux des tensions de décomposition correspondantes aux diverses températures, et c'est ainsi que M. Lamy avait pu construire un thermomètre pour les hautes températures, fondé sur la marche de la décomposition de ce sel.

De nombreuses publications ont donné, dans ces dernières années, la mesure de l'importance qu'il convient d'attacher à la découverte du principe de la dissociation. Les problèmes les plus obscurs de la Chimie y ont trouvé leur explication, et de tous côtés on s'est appliqué à mettre en lumière ces phénomènes continus, dont l'étude précise est aussi nécessaire pour la manifestation des lois de la combinaison qu'elle l'était pour celle des changements d'état des corps.

On sait aujourd'hui, d'après les expériences de M. P. Bert, que le phénomène principal de la respiration des animaux, le dégagement de l'acide carbonique par les poumons, s'effectue au moyen de la formation et de la dissociation alternatives des bicarbonates alcalins du sang. Mis en rapport avec l'air à travers les membranes du tissu pulmonaire, ces bicarbonates perdent une partie de leur acide carbonique et se mettent en équilibre avec l'air contenu dans les cellules du poumon; ils vont la reprendre en passant au travers des tissus.

Récemment, M. Schlœsing faisait connaître à l'Académie le rôle que la dissociation du bicarbonate de chaux contenu dans l'eau des mers joue à l'égard du maintien, dans l'air que nous respirons, de l'acide carbonique, en proportions sensiblement fixes. Si notre atmosphère s'appauvrit en acide carbonique, le bicarbonate de chaux des mers se dissocie et lui en rend; si au contraire, par une cause quelconque, il en acquiert des quan-

tités dépassant celles qu'exige l'équilibre, le carbonate de chaux du sol s'en empare et reconstitue une nouvelle proportion de bicarbonate au profit des mers.

En poursuivant jusqu'aux températures les plus hautes ces phénomènes de dissociation, on atteindrait un terme où toute combinaison aurait disparu pour faire place aux éléments rendus à la liberté. On a été plus loin. Après cette dissociation prévue dans l'état actuel de la science, on a pensé qu'il pouvait se produire une dissociation plus profonde, qui atteindrait les éléments actuels eux-mêmes et les convertirait en principes plus simples. Les températures de nos foyers terrestres étant insuffisantes pour produire les hautes températures nécessaires, on cherche dans le Soleil et dans les systèmes stellaires la solution de ce grand problème, comme s'il y avait trois sortes de dissociation : celle des molécules d'un corps qui se vaporise; celle des éléments d'un composé qui se dissocie; celle d'un élément chimique qui se résoudrait en principes primordiaux.

La vie du savant est sujette à des fortunes diverses. Pour lui, nombre d'années se passent souvent à découvrir des faits nouveaux, à rectifier des erreurs, à préciser des notions demeurées confuses, et, de tout cet ensemble de travaux dont se composera l'édifice définitif de la Science, il peut ne rien rester qui recommande à la postérité le nom de cet ouvrier dévoué qui aura contribué à son élévation. Ce qu'il n'aurait pas obtenu par cette vie tout entière de labeur patient, une pensée juste et féconde, une idée qui semble avoir été conçue en un court instant et n'avoir pas coûté la moindre peine suffit, au contraire, pour le lui assurer. Mais il faut dire que de tels et rares bonheurs n'arrivent qu'à ceux qui, par de longs efforts, avaient préparé le champ où devait lever la semence et s'amasser la récolte. Henri Sainte-Claire Deville, dont la vie pleine a fourni à la Science un si grand nombre de données précises, a reçu d'elle en récompense l'insigne faveur de voir son nom attaché à la découverte de la dissociation, qui le fera vivre autant que la Chimie elle-même.

Les faits les plus saillants perdent de leur intérêt à mesure que les années s'accumulent et qu'ils se vulgarisent; les déterminations précises sont détrônées par des mesures plus précises encore : la trace laissée par des travaux de cet ordre va toujours s'affaiblissant. Telle une pierre qui, tombant au milieu d'un lac, en agite la surface, mais qui, parvenue à peine au fond, ne laisse de son passage aucune trace durable sur le miroir des eaux momentanément troublé. Le rang auquel se placent les idées fécondes grandit au contraire avec le progrès du temps. On dirait une de ces chaînes de

montagnes qu'une force intérieure soulève et qui entraînent sur leurs flancs les vieilles couches de la plaine, les dominant toujours et montrant au-dessus d'elles leurs sommets voisins des cieux.

Telle est déjà et telle restera dans un long avenir la destinée de la grande loi de la dissociation, l'un des plus purs joyaux de la couronne de la Science française, l'honneur de **Henri Sainte-Claire Deville** et de son école.

PRIX FONDÉ PAR M[me] LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par M[me] la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Janet** (Léon-Augustin), né le 6 décembre 1861, à Paris, et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1882, 1883, 1884, 1885 ET 1886.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1882.

L'Académie propose pour sujet du prix la « *Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés* », en appelant particulièrement

l'attention des concurrents sur les résultats extrêmement remarquables énoncés sans démonstration par Eisenstein dans une Note écrite en langue française au Tome 35 du *Journal de Mathématiques de Crelle* (p. 368, année 1847).

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1882; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1882.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce

prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs.*

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs.*

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,* dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs,* pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1882.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1883, la question suivante : *Etude théorique et expérimentale sur les différents modes de transmission du travail à distance.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, à 1879, puis enfin à 1882.

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle maintient au concours pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1882 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en*
» *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit*
» *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des*
» *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix sera une médaille de la valeur de *dix mille francs*.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1882.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans*, à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par décret en date du 29 janvier 1875.

Elle propose de décerner le prix Valz de l'année 1881 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour 1878, remise à 1880 et enfin à 1882.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix qu'elle devait décerner en 1880 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Elle maintient la même question au Concours pour l'année 1882. Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1[er] juin ; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1882.

« *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand* » *développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.* Les Mémoires destinés au Concours seront reçus jusqu'au 1[er] juin 1882; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1883, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 337 et 348.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 335.

GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

Question proposée pour l'année 1883.

« *Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs,* devant être converti en rentes *trois pour cent,* et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 343.)

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1879, prorogée à 1881 et proposée de nouveau pour 1883.

L'Académie propose, pour sujet du prix Bordin qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1883, la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence* » *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige,*

» *feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans*
» *l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.*
» *Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces*
» *de la flore maritime.* »

L'Académie désirerait que la question fût traitée dans sa généralité, mais elle pourrait couronner un travail sur l'un des points qu'elle vient d'indiquer, à la condition que l'auteur apporterait des vues à la fois nouvelles et précises, fondées sur des observations personnelles.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, rédigés en français ou en latin, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

Le prix est de la valeur de *trois mille francs.*

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1883.

« *Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de la*
» *France ou de l'Algérie.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1883. (Voir page 344.)

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1883. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX VAILLANT.

Question proposée pour l'année 1882.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs,* destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle propose, pour sujet de celui qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1882, la question suivante :

De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques.

Faire connaître, en les appuyant de preuves expérimentales, les méthodes qui peuvent élargir le champ de son application.

Le prix sera une médaille de la valeur de *quatre mille francs*

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880, enfin à 1882.

La question proposée est la suivante :

« *Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1882.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1883.

« *Développement histologique des insectes pendant leurs métamorphoses.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je « lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoolo- » gie, *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savi- » gny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, » pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider » les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du

» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs.*

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 339.)

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs,* réduite à *dix mille francs,* pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans,* à partir de l'année 1882, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1882.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1883.

« *Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de la* » *France ou de l'Algérie.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883. (Voir page 340.)

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir,* et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats

des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau [1] ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

---

[1] Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une » médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas;* »

Ou « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

Ou enfin « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura rouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*, pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs*, sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs*, pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur » l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et » à la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce

legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1884, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1884.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, pour la seconde fois, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au Concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de Physiologie expérimentale, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 335.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1882, le programme dont l'énoncé suit.

La question mise au Concours précédemment demandait une étude des côtes océaniques de la France et offrait un grand intérêt; comme elle n'a pas été résolue, faute de temps et de recherches suffisantes, la Commission a pensé qu'il y avait lieu de la reproduire, en y apportant quelques modifications et en la généralisant, de manière à comprendre l'ensemble des côtes de France.

Il est d'ailleurs nécessaire de proroger le Concours à l'année 1882; car l'étude des variations éprouvées par les contours de nos côtes, depuis la période actuelle, présente de grandes difficultés. On sait, en effet, que ces variations résultent de phénomènes très complexes; nous citerons parmi les principaux :

1° Les *exhaussements* et les *abaissements* qui peuvent offrir plusieurs alternances sur un même point;

2° Les *érosions* produites par la mer et les glissements qu'elles déterminent ainsi que les effondrements occasionnés par des tempêtes et par des mareés exceptionnelles;

3° Les apports d'*alluvions* formées par la mer ou par les eaux douces.

De longues et patientes recherches seront assurément nécessaires pour fournir des documents précis sur l'ensemble des côtes de France; mais il serait déjà très utile d'entreprendre cette étude sur quelques parties de notre littoral. On y parviendra surtout par des observations géologiques qui pourront quelquefois être contrôlées par les données de l'histoire et par la tradition. Il conviendra aussi de consulter les ingénieurs de nos ports,

d'avoir recours aux Cartes hydrographiques dressées à différentes époques et aux Cartes malheureusement peu précises et peu nombreuses que nous ont léguées les anciens géographes.

Cette étude permettra, par la suite, de tracer avec plus d'exactitude les contours de nos côtes à l'époque romaine; elle conduira même peut-être à esquisser ces contours au commencement de la période actuelle.

En conséquence, voici dans quels termes la question est formulée :

« *Faire connaître, pour les côtes de France baignées par l'Océan et par la* » *Méditerranée, les dépôts marins ainsi que les dépôts lacustres et terrestres qui se* » *sont formés sur notre littoral depuis la période actuelle et plus particulièrement* » *depuis l'époque romaine.*

» *Cette étude comprendra essentiellement les mouvements d'exhausse-* » *ment et d'abaissement de nos côtes; mais il conviendra de faire connaître en* » *outre les modifications qu'elles ont subies, soit par les érosions de la mer, soit* » *par l'apport d'alluvions marines ou fluviatiles.*

» *Le prix pourra être accordé à un Mémoire traitant à fond la question, lors* » *même qu'il s'occuperait seulement d'une région spéciale des côtes de* » *France.* »

Les travaux manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin 1882.

LOCOMOTION AÉRIENNE.

PRIX ALPHONSE PÉNAUD.

M. Alphonse Pénaud, par un testament en date du 12 juin 1880, a fait don à l'Académie d'une somme de *trois mille francs*, qu'il destine à la création d'un prix, une fois donné, à celui qui aura le plus fait progresser la question de la locomotion aérienne, soit par les ballons, soit par l'aviation.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Alphonse Pénaud, dans sa séance publique de l'année 1882.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *prix Cuvier*, et qui serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1882, le prix Cuvier à l'Ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre

tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1880 jusqu'au 31 décembre 1882, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Ce prix consistera en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1882, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*,

pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1882.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du Concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la seconde fois, dans sa séance publique de l'année 1886.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti, *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES AUX CONCOURS.

Les Concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. J. **BERTRAND** lit l'Éloge historique de M. **JEAN-BERNARD-LÉON FOUCAULT,** Membre de l'Académie.

D. et J. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1882.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1881.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1882, 1883, 1884, 1885 *et* 1886.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1882, 1883, 1884, 1885 ET 1886.

1882

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.—Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU.— Revoir la théorie des satellites de Jupiter.

PRIX VALZ. — Astronomie.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

PRIX BORDIN. — Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX VAILLANT.— De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX DA GAMA MACHADO.—Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX GAY. — Faire connaître, pour les côtes de France baignées par l'Océan et par la Méditerranée, les dépôts marins, ainsi que les dépôts lacustres et terrestres qui se sont formés sur notre littoral depuis la période actuelle et plus particulièrement depuis l'époque romaine.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérôme Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1883

Prix Fourneyron. — Étude théorique et expérimentale sur les différents modes de transmission du travail à distance.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, sur la Chimie et sur la Physiologie.

Grand prix des Sciences physiques. — Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie.

Prix de La Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Bordin. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

Prix Bordin. — Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de France ou de l'Algérie.

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

Grand prix des Sciences physiques. — Développement histologique des insectes pendant leurs métamorphoses.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

Prix Alphonse Pénaud. — Destiné à celui qui aura le plus fait progresser la question de la locomotion aérienne, soit par les ballons, soit par l'aviation.

1884

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

1885

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort, et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

1886

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 FÉVRIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

M. le **Président** annonce à l'Académie les deux pertes douloureuses qu'elle a faites, depuis la séance du 30 janvier, dans la personne de M. *Bussy*, académicien libre, décédé le 1er février, et dans la personne de M. *J. Decaisne*, membre de la Section d'Économie rurale, décédé le 8 février.

M. le Président rappelle, en quelques mots, les principaux titres scientifiques de chacun de nos deux confrères.

D'après la volonté formelle exprimée par M. Bussy, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. J. DECAISNE.

DISCOURS DE M. BOULEY,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Le confrère si affectionné dont la mort nous sépare aujourd'hui appartenait à l'Académie des Sciences depuis 1847, et depuis 1850 il avait succédé à Mirbel dans la chaire de Culture du Muséum.

» Il y a soixante ans, dans ce même Muséum où il était destiné à occuper une si grande situation, M. Decaisne avait commencé par être un simple manœuvre jardinier, qui suffisait à sa tâche, bien plus par l'énergie de sa volonté que par ses forces physiques.

» Comment, parti de si bas, est-il parvenu à s'élever sur les sommets qu'il a atteints?

» C'est qu'il avait les dons qui font vaincre les obstacles.

» Il était armé, dans sa lutte pour la vie, de la volonté, la première des forces; d'une grande capacité pour le travail et d'une intelligence très compréhensive qui n'attendait, pour se développer, que le moment où elle pourrait s'appliquer à l'étude et manifester toute son activité.

» Mais peut-être que, malgré tout, le succès n'aurait pas répondu à ses aspirations, s'il n'avait pas rencontré l'assistance d'un maître qui sut deviner, dans l'humble ouvrier, des facultés encore en germes et l'attacher à son laboratoire, où des travaux moins pénibles lui laissèrent plus de liberté pour commencer son initiation aux choses de la science.

» Ce maître était M. Adrien de Jussieu, pour qui M. Decaisne conserva toujours la reconnaissance la plus profonde et la plus affectueuse; et ce n'est que justice de faire aujourd'hui à sa mémoire l'hommage des travaux accomplis par l'élève dont il avait su si bien comprendre l'avenir et aider les efforts.

» L'œuvre de M. Decaisne a été considérable : mais je ne puis la marquer ici que par quelques traits principaux, en me plaçant au point de vue spécial de la Section d'Économie rurale dont il était membre.

» Marchant sur les traces de Parmentier, il a essayé d'introduire en France une plante alimentaire, l'Igname, dont le tubercule savoureux joue un rôle important dans l'alimentation des habitants du nord de la Chine. Sa culture au Muséum et dans quelques jardins maraîchers a prouvé que cette plante s'accommodait très bien du climat de la France, mais elle a rencontré devant elle les résistances des habitudes prises et de certaines difficultés que présente sa récolte, car on ne peut arracher qu'avec un assez grand effort le tubercule de l'Igname des profondeurs où il a pénétré.

» Une autre tentative a été faite par M. Decaisne pour l'importation en France d'une Ortie textile de la Chine, la *Ramie,* qui constituerait peut-être aujourd'hui une ressource précieuse pour nos départements méridionaux, si rudement éprouvés par tant de calamités.

» Est-ce la force des choses, est-ce de l'indifférence des hommes? Tous

les efforts de M. Decaisne sont demeurés impuissants à faire adopter cette plante industrielle, malgré la grande démonstration que donne de son incontestable utilité le parti si avantageux que les Chinois ont su en tirer. Mais cette cause n'est pas perdue; et le moment n'est peut-être pas éloigné où l'idée de M. Decaisne prouvera, par les résultats, tout ce qu'elle renfermait de fécond et d'utile.

» L'*Histoire des Poiriers*, telle que M. Decaisne l'a tracée, est une belle page du livre de la Philosophie de la nature. A voir l'étonnante diversité des formes et des qualités des fruits de cet arbre, on croirait volontiers à la multiplicité de ses espèces. Il n'en est rien cependant. L'espèce est une, mais prodigieusement polymorphe. C'est l'homme, créateur de seconde main, qui est arrivé, par ses procédés de culture, à produire ces fausses espèces, qui ne sont que des variétés dans l'unité. M. Decaisne en a donné la preuve expérimentale par des expériences à longs délais, qui ont consisté dans l'étude des arbres sortant des semis de pépins extraits des fruits les plus diversifiés.

» Ce qu'il a fait pour les Poiriers, M. Decaisne l'a tenté pour d'autres plantes encore, car l'origine des plantes cultivées a toujours été l'objet de ses préoccupations; et l'on trouvera dans son œuvre bien des documents propres à éclairer ces questions d'origine, auxquelles les savants de nos jours appliquent leurs méditations avec une si grande passion.

» Comme professeur, M. Decaisne a été un véritable maître, qui avait à son service, pour faire pénétrer son enseignement dans les esprits, cette profonde connaissance des choses que donnent le long apprentissage et la pratique du métier. Il avait tant vécu dans le commerce des plantes, et il les avait si savamment étudiées que, grâce à une prodigieuse mémoire et une sagacité peu commune, il possédait comme une faculté de divination qui lui permettait de les reconnaître même sur un petit échantillon de l'une quelconque de leurs parties. Quelques brins de feuilles restés adhérents à des toisons lui permirent un jour d'affirmer avec certitude l'origine australienne de lots de laines sur la provenance desquelles on discutait, sans pouvoir s'entendre, dans l'administration des douanes.

» Cette heureuse association, qui se trouvait chez M. Decaisne, d'une science très approfondie et d'une expérience pratique qui ne lui laissait rien d'inconnu ou de méconnu dans le domaine immense de la Botanique, a fait de lui un maître exceptionnel qu'on venait consulter de partout sur les questions de science ou de fait où se trouvait un problème à résoudre;

et tous ceux qui venaient à lui étaient sûrs de trouver en lui un conseiller dont la bienveillance et la patience ne se lassaient jamais.

» Il aimait la Science d'un amour véritable et lui a élevé un monument impérissable dans ce grand ouvrage : *Le Jardin fruitier du Muséum*, qui, tout inachevé qu'il soit, faute de subsides qui ont manqué à la dernière heure, pourrait suffire à la gloire de son auteur.

» Cette science, à laquelle il était reconnaissant de tous les succès de sa vie, il aimait à la répandre et à en inspirer le culte surtout aux jeunes enfants. Aussi ne s'est-il jamais désisté de sa fonction peu lucrative de professeur de Botanique du Collège Chaptal. Ses leçons lui étaient plutôt un délassement qu'une fatigue, car elles lui donnaient la satisfaction d'un service rendu.

» La réputation de M. Decaisne était universelle; les élèves qui pendant plus de trente ans sont venus, de partout, profiter des leçons de sa science si profonde et de son expérience si achevée, l'avaient partout répandue, et partout les sociétés savantes l'ont consacrée en se l'associant. La célèbre Société royale de Londres, qui ne donne ses titres qu'à bon escient, le comptait parmi ses membres.

» Cette consécration par ses pairs de sa juste renommée a été pour M. Decaisne un motif de très légitime orgueil et de consolante satisfaction.

» M. Decaisne a pu apprécier par tant de témoignages à quelle hauteur d'estime les botanistes de tous les pays tenaient l'œuvre solide et durable par laquelle il a contribué à l'édification de la Science. »

DISCOURS DE M. FREMY,

DIRECTEUR DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

« MESSIEURS,

» Des voix autorisées sauront vous rappeler les travaux importants qui sont dus au savant éminent que nous pleurons aujourd'hui.

» Quant à moi, sur le bord d'une tombe qui m'enlève une amitié de quarante ans, je n'ai pas la force de vous exprimer, comme je le devrais, toute l'étendue de la perte qui frappe le Muséum d'Histoire naturelle que Decaisne aimait tant, et dont il représentait si dignement les anciennes et bonnes traditions.

» C'est donc seulement le vieil ami qui vient dire un dernier adieu à celui

qui lui a donné des preuves si nombreuses d'une amitié inaltérable, et c'est au nom de ceux qui l'ont aimé que je veux rappeler ici quelques-uns de ses titres à notre affection.

» Decaisne, sous une apparence réservée, cachait des qualités de cœur de premier ordre. Il avait pour ses amis un dévouement sans bornes; il savait les défendre avec énergie : il ne les abandonnait jamais.

» La science était sa véritable passion; il lui a consacré sa vie entière : quelques heures avant de mourir, il me montrait un grand travail de Botanique qu'il venait de terminer : ce vaillant soldat de la Science est donc mort en combattant.

» Decaisne n'a jamais cherché, dans ses relations amicales avec les hommes les plus influents, un moyen de parvenir aux honneurs et à la fortune.

» Les honneurs, il les prisait peu; il a toujours conservé dans sa vie et dans ses habitudes une simplicité touchante et digne.

» Quant à la fortune, il ne l'aurait désirée que pour la donner aux pauvres : « Je voudrais cependant, me disait-il un jour, ne pas être à » charge à mes amis, et que, à ma mort, ils pussent trouver chez moi assez » d'argent pour me faire enterrer. »

» La bienfaisance de Decaisne était inépuisable. Quand on s'adressait à lui pour soulager la misère, sa main était largement ouverte : il a toujours doublé les aumônes qu'on lui demandait. Non seulement il donnait aux malheureux, mais il tenait aussi à visiter lui-même les indigents de notre pauvre quartier.

» Lorsqu'on arrivait chez lui, au petit jour, on apprenait qu'il était en tournée chez ceux qu'il appelait ses amis.

» Chaque année, au 1er janvier, il inaugurait ce jour de fête en allant porter lui-même les étrennes à ses pauvres : pouvait-on mieux commencer l'année?

» Decaisne aimait surtout les enfants et les vieillards : lorsqu'on lui reprochait d'en garder un trop grand nombre dans nos jardins et qu'on lui conseillait, dans l'intérêt de la culture, de les remplacer par des hommes énergiques et des jardiniers plus habiles, il répondait toujours : « N'avons- » nous pas le devoir, au Jardin des Plantes, de soutenir jusqu'au dernier » jour les ouvriers qui n'ont pas de pension de retraite et qui ont usé leurs » forces au travail! Ne devons-nous pas aussi soulager les familles indi- » gentes en donnant à leurs enfants une profession honnête et lucrative? » Je sais bien, me disait-il encore, que ces pauvres gens négligent un peu

» notre jardin; je serai peut-être critiqué, mais les cœurs généreux nous » défendront. »

» Par une attention délicate, Decaisne savait trouver, pour les invalides du travail, des occupations qu'il appropriait à leurs forces : pour ne pas congédier, pendant l'hiver, les vieux jardiniers, il les occupait au classement des graines, et faisait accepter ainsi une rémunération à ceux qui auraient refusé une aumône.

» Voilà l'homme que nous avons perdu : on vous parlera tout à l'heure du grand savant, de celui qui est entré comme simple jardinier au Muséum et que l'Académie a doublement honoré en l'appelant dans son sein et en l'élevant ensuite à la présidence de notre Compagnie.

» J'ai pensé que vous permettriez à celui qui a été admis pendant si longtemps dans l'intimité de Decaisne, qui lui doit tant et qui a été souvent le témoin de ses bonnes actions, de vous rappeler à quel point notre pauvre ami possédait toutes les qualités de l'homme de bien.

» Adieu donc, mon cher Decaisne, tous tes amis te pleurent sincèrement, et ta mémoire leur sera toujours chère... Adieu ! »

DISCOURS DE M. VAN TIEGHEM,

AU NOM DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

« MESSIEURS,

» Au nom du Muséum d'Histoire naturelle, je viens rendre le dernier hommage au maître vénéré, au collègue éminent, à l'ami sûr et dévoué, à l'homme de bien que nous avons perdu.

» M. Decaisne entrait au Muséum en 1824, à l'âge de dix-sept ans, comme ouvrier jardinier; il était, en 1864, Président de l'Académie des Sciences, en 1880, Membre de la Société royale de Londres. De cet humble début à ces honneurs suprêmes, s'est déroulée sans effort, par une pente naturelle, cette longue carrière scientifique, active et féconde jusqu'au dernier jour : près de soixante années d'une vie austère, religieusement consacrée au travail pour la Science et pour le Pays, tout entière écoulée dans ce Jardin des Plantes qu'il aimait tant, où il était tant aimé, où il tenait hier encore une si grande place, où il laisse aujourd'hui un si grand vide.

» Ses débuts ne furent pas seulement pénibles, mais longs. Il lui fallut passer tour à tour dans les diverses parties du service de la Culture, no-

tamment aux pépinières, huit années de rude labeur, mais aussi de solides études pratiques, avant d'être nommé *chef du carré des semis,* poste important, il est vrai, que Bernard de Jussieu et les frères Thouin n'avaient pas dédaigné d'occuper pendant de longues années. Dans ces fonctions, qui exigent à la fois une connaissance approfondie des espèces et des notions étendues de Physiologie et de Géographie botanique, M. Decaisne sut, dès le premier jour, mettre en lumière le trésor de savoir qu'il avait lentement amassé, les aptitudes variées qu'il avait acquises et développées dans son laborieux apprentissage. Frappé de ces rares qualités, Adrien de Jussieu ne tarda pas à l'attacher comme aide-naturaliste à sa chaire de Botanique rurale. C'est de cette époque que datent ses premiers travaux.

» Ce furent d'abord, comme il était naturel, des recherches de Botanique descriptive et géographique : l'étude des plantes nouvelles rapportées du Japon, d'Égypte, de Syrie, de Palestine et d'Arabie, par divers voyageurs, la continuation et l'achèvement du grand Ouvrage sur les plantes récoltées en Asie par Jacquemont, un Mémoire sur la famille des Asclépiadées que, sur la prière de de Candolle, il développa bientôt en une monographie classique insérée au Prodrome, une étude sur la végétation de Timor, dont l'Académie des Sciences décida l'insertion au *Recueil des savants étrangers*. Dans tous ces travaux, M. Decaisne eut à fixer les caractères et à démêler les affinités souvent très complexes d'un grand nombre de genres nouveaux et de plusieurs familles nouvelles. Il le fit avec le jugement le plus sûr, avec la connaissance la plus approfondie de l'organisation des plantes. C'était assez pour lui conquérir un des premiers rangs parmi les botanistes descripteurs de l'Europe. Cette place d'honneur, il l'a toujours conservée. Mais il voulut aller plus loin.

» Par son travail sur l'anatomie comparée de la tige des végétaux dicotylédonés, par ses recherches anatomiques sur le Gui, par ses expériences sur le parasitisme des Rhinanthées, il sut se montrer tout à la fois anatomiste habile et physiologiste consommé.

» Ainsi fortement préparé par l'étude des plantes supérieures, il tourna ses efforts vers l'observation plus difficile des Cryptogames et s'attaqua du premier coup à la classe la moins connue, à celle des Algues. Ses premiers pas dans cette voie nouvelle furent marqués par deux découvertes importantes. Il reconnut d'abord qu'un grand nombre d'organismes que les naturalistes plaçaient depuis longtemps parmi les animaux, sous le nom de *Polypiers calcifères,* n'étaient pas autre chose que des plantes de la classe des Algues, et il sut mettre chacun d'eux à la place qui lui revient dans ce

vaste groupe. Puis, dans une série de recherches poursuivies en commun avec son élève Thuret, dont il a décidé ainsi la vocation scientifique, il fit connaître la structure des organes reproducteurs des Fucacées et fournit les premières preuves de leur sexualité. Ce résultat inattendu a excité au plus haut point l'attention des naturalistes.

» Mais ce ne fut là, pour ainsi dire, qu'une brillante échappée. Laissant Thuret poursuivre seul, on sait avec quel succès, la voie qu'il lui avait ouverte, M. Decaisne, grandi par tous ses travaux, revint à l'étude de ces questions pratiques qui l'avaient occupé au début de sa carrière. Ses recherches sur la Garance, couronnées par l'Académie de Bruxelles, sur la Betterave, sur l'Igname, sur la Ramie, sont trop connues pour que j'aie à les rappeler ici; elles tendent toutes au même but : appliquer aux progrès de l'Agriculture et au bien du Pays les connaissances patiemment acquises au laboratoire.

» C'est cette alliance en lui du praticien et du savant qui fait l'originalité du talent de M. Decaisne. C'est cette union féconde de la théorie la plus haute et de la pratique la plus exercée que l'Académie des Sciences a voulu consacrer, en l'appelant en 1847 dans sa Section d'Économie rurale. C'est elle, aussi, qui l'a désigné au suffrage de tous, pour succéder à Mirbel dans la chaire de Culture du Muséum, en 1850.

» Membre de l'Institut, Professeur au Jardin des Plantes, M. Decaisne, loin de la ralentir, a su imprimer un nouvel essor à son activité. Malgré les soins incessants que réclamaient de lui son enseignement et la direction des cultures, ses publications se succédèrent sans relâche : travaux originaux d'ordre descriptif, poursuivis infatigablement jusqu'à la dernière heure, et entre tous ce grand Ouvrage, produit de vingt années d'efforts continus, qu'on appelle le *Jardin fruitier du Muséum*, où il a consigné ses célèbres expériences sur la variabilité dans l'espèce du Poirier; collaboration active à plusieurs recueils spéciaux; rédaction de livres pour l'enseignement, tous classiques, et surtout de ce beau *Traité général de Botanique* qui est entre toutes les mains, ouvert sur la table de tous les laboratoires, aussi bien à l'étranger qu'en France; direction botanique, enfin, des *Annales des Sciences naturelles* : il a su tout mener de front, il a suffi à toutes les tâches.

» Cette fonction de directeur des *Annales des Sciences naturelles* le mettait en rapport incessant avec les jeunes travailleurs. Quel bienveillant accueil ils recevaient de lui! Quels précieux conseils il savait leur donner! Combien sont entrés chez lui des étrangers, qui en sont sortis des amis! Son

amitié, on la recherchait comme un titre d'honneur, sachant qu'elle n'était point banale, et que, pour en recevoir les marques, il fallait d'abord la mériter. Dur pour lui-même, il était sévère pour les autres. De ceux qui le connaissaient bien, nul ne s'en étonnait. Cette sévérité même avait son prix. Il y avait plus à gagner dans un de ses reproches, toujours dictés par l'affection, que dans les louanges d'un autre. Un éloge de lui, avec son clair regard et son sourire loyal, était une récompense; on était sûr d'avoir bien fait; on se sentait meilleur. C'est que, dans ce savant rigide, il y avait d'abord un homme, un caractère, une âme droite, bonne et généreuse, un esprit élevé, libre et libéral. Hélas! ce chemin si familier qui mène à son cabinet de travail, nous ne le reprendrons plus. Il nous reste, du moins, ce grand exemple d'une vie sans tache, tout entière consacrée à faire le bien, à aimer la Science, à chercher la vérité. »

DISCOURS DE M. DUCHARTRE,

AU NOM DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE.

« MESSIEURS,

» Je n'ai aucun titre à prendre aujourd'hui la parole au nom de la Société botanique de France, aucun que ma vieille et inaltérable amitié, que ma sincère gratitude pour l'homme de bien et de cœur, pour le savant à jamais illustre sur qui cette tombe va se fermer. Bien mieux que moi, notre savant Président aurait dit tout ce que notre Société doit à M. J. Decaisne; mais sous le coup de la douleur qui l'accable, souffrant d'ailleurs depuis quelques jours, il ne s'est pas senti la force de maîtriser sa profonde émotion.

» Messieurs, la Société botanique de France perd en M. J. Decaisne un membre illustre, dont la gloire rejaillissait sur elle et qu'elle est même en droit de regarder comme son véritable fondateur. Elle est encore présente à ma mémoire comme un souvenir d'hier, cette soirée du 12 mars 1854, dans laquelle quatorze botanistes, les uns depuis longtemps célèbres, les autres presque débutants ou simples amateurs, se trouvèrent réunis, se demandant s'il serait possible et utile de créer, pour la science qu'ils aimaient, un centre où vinssent converger tous les efforts et d'où pussent rayonner en retour les encouragements et les exemples. Par son autorité incontestée, par la justesse et la force de ses raisons, par son entrain qui séduisait ceux même qu'il n'avait pu convaincre, M. J. Decaisne contribua plus que tout

autre à la résolution qui fut prise, et la Société botanique de France fut fondée. Hélas! combien de ceux qui ont pris part à cette fondation nous avaient été déjà ravis! Brongniart, Moquin-Tandon, Antoine Passy, Graves, Maille, de Schoenefeld, de Bonis! Et aujourd'hui un deuil imprévu vient créer encore, parmi les survivants, un nouvel et immense vide!

» Pour M. J. Decaisne, la Société botanique était sa vraie famille scientifique. Il en suivait les travaux avec le plus vif intérêt; longtemps et tant que l'état de sa santé le lui a permis, il a été assidu à ses séances, se mêlant aux discussions qu'il éclairait de sa science et animait de son esprit. Il tenait même à honneur d'aider à l'œuvre utile et modeste de nos commissions et, jusqu'au dernier moment, nous avons été heureux de le voir dans celle des gravures, dont il était l'âme; car ce savant profond était en même temps un dessinateur d'un rare mérite et, dans sa jeunesse, lorsque la carrière scientifique ne lui offrait encore que des obstacles dont il n'espérait pas triompher, il s'était demandé s'il ne devait pas chercher dans l'art le bien-être qu'il n'osait attendre de la science. C'est l'un des titres nombreux d'A. de Jussieu à notre reconnaissance, d'avoir conservé à la Botanique française ce jeune homme, qui plus tard devait en être la gloire.

» Dès la seconde année de son existence, la Société botanique de France éleva M. J. Decaisne à la présidence, qui, chez elle, est uniquement annuelle, et, depuis cette époque, elle l'a chargé trois fois encore, en 1860, 1867 et 1873, de diriger, comme président, sa marche et ses travaux. Est-il besoin de dire qu'il a rempli ces fonctions avec la rigoureuse exactitude dont il se faisait en tout une loi, et qu'il a su, par son exemple, rendre traditionnelle parmi nous? Aussi, en souvenir du précieux concours qu'il lui a prêté, du dévouement sans réserve dont il n'a cessé de lui donner des preuves, du puissant appui qu'il ne lui a jamais refusé quand elle y faisait appel, la Société botanique vient-elle, par ma voix, déposer sur la tombe de celui en qui elle aimait l'homme autant qu'elle admirait le savant l'hommage de ses profonds regrets et de son éternelle reconnaissance. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Albert Gaudry*, pour remplir, dans la Section de Minéralogie, la place laissée vacante par le décès de feu *Henri Sainte-Claire Deville*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. A. Gaudry prend place parmi ses confrères.

MÉCANIQUE. — *Sur la loi de déviation du pendule de Foucault.* Note de M. J. Bertrand.

« Dans une Lettre publiée à la page 382 du *Recueil de ses travaux scientifiques*, Léon Foucault a fait connaître le principe qui lui a fait découvrir la loi du phénomène.

« Je commence, dit-il, par poser effrontément un postulatum tel que » celui-ci :

» Quand la verticale, toujours comprise dans le plan d'oscillation, » change de direction dans l'espace, les positions successives du plan » d'oscillation sont déterminées par la condition de faire entre elles des » angles minima. »

» Foucault applique ce principe au cas où le pendule oscille dans le plan méridien. Il m'avait proposé le problème général, et la réponse, par sa simplicité, me paraît digne d'être communiquée à l'Académie.

» Soit M la position de l'observateur sur la surface de la Terre. Après un temps *dt*, il sera transporté en M', sur le parallèle passant par le point M; si le plan d'oscillation n'avait pas de mouvement apparent, il tournerait avec la Terre, et ses positions successives envelopperaient un parallèle; soit I le point de contact dans la position primitive, transporté en I' lorsque M est lui-même venu se placer en M'; parmi les grands cercles passant par M', celui qui fait le plus petit angle avec MI est M'K, qui va couper MI à une distance MK du point M égale à un quadrant. Le cercle M'I' ne laisserait paraître aucune déviation; la rotation apparente du

plan est donc I′M′K, c'est elle qu'il faut calculer : nommons-la θ. Soit O le point d'intersection, infiniment voisin de I et de I′, des deux cercles MI, M′I′; on a dans le triangle M′OK

$$(1) \qquad \frac{\sin\theta}{\sin \mathrm{OK}} = \frac{\sin \mathrm{O}}{\sin \mathrm{M'K}}.$$

M′K est égal à un quadrant, θ est infiniment petit, sin O est égal à l'angle de contingence géodésique ε de l'arc de parallèle II′; l'équation précédente donne par conséquent

$$(2) \qquad \theta = \varepsilon \sin \mathrm{OK}.$$

» L'angle ε divisé par l'arc II′ représente la courbure géodésique du parallèle II′; si λ désigne l'arc PI, distance du pôle au parallèle II′, on a

$$(3) \qquad \frac{\varepsilon}{\mathrm{II'}} = \frac{\cos\lambda}{\rho},$$

ρ étant le rayon du parallèle, et par conséquent

$$(4) \qquad \theta = \sin \mathrm{OK} \cos\lambda \frac{\mathrm{II'}}{\rho};$$

OK est le complément de MO, c'est-à-dire de MI qui en diffère infiniment peu, et dans le triangle rectangle MIP on a

$$\cos \mathrm{MI} \cos\lambda = \cos \mathrm{MP};$$

la formule (4) peut donc s'écrire

$$\theta = \cos \mathrm{MP} \frac{\mathrm{II'}}{\rho}.$$

cos MP est le sinus de la latitude, $\frac{\mathrm{II'}}{\rho}$ est l'angle dont la Terre a tourné, et le théorème de Foucault est par conséquent démontré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques*; par M. HERMITE.

« XXXVI. Les équations précédemment obtenues offrent, à l'égard de $\operatorname{sn}\omega$, une nouvelle complication, en raison du facteur irrationnel $\operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega$, qui entre dans $\Omega_1, \Omega_3, \Omega_5, \ldots$; aussi paraît-il impossible de conclure de leur forme actuelle qu'elles ne donnent pour λ^2 et $\operatorname{sn}^2\omega$ qu'une seule et

unique détermination. Et si l'on considère ces quantités comme des coordonnées, en se plaçant au point de vue de la Géométrie, on verra aisément que les courbes représentées par nos deux équations n'ont aucun point d'intersection indépendant de la constante h qui entre sous forme rationnelle et entière dans les coefficients. Il n'est donc pas possible d'employer les méthodes si simples de Clebsch et de Chasles qui permettent de reconnaître, *a priori* et sans calcul, que les points d'un lieu géométrique se déterminent individuellement en fonction d'un paramètre. Le cas de $n = 3$, qui sera traité tout à l'heure, fera voir en effet que les intersections des deux courbes se trouvent, à l'exception d'une seule, rejetées à l'infini. Mais, avant d'y arriver, je ferai encore cette remarque, qu'on peut joindre aux équations déjà obtenues une infinité d'autres, dont voici l'origine.

Nous avons vu au § XXXIV que l'équation de Lamé donne, en faisant $x = i\mathrm{R} + \varepsilon$, ces deux développements, à savoir :

$$y = \frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_1}{\varepsilon^{n-2}} + \frac{h_2}{\varepsilon^{n-4}} + \ldots,$$
$$y = \varepsilon^{n+1} + h'_1 \varepsilon^{n+3} + h'_2 \varepsilon^{n+5} + \ldots.$$

Il en résulte que, si l'on pose de même $x = i\mathrm{K}' + \varepsilon$ dans la solution représentée par $\mathrm{F}(x)$, nous aurons, en désignant par C une constante dont on obtiendra bientôt la valeur,

$$\mathrm{F}(i\mathrm{K}' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_1}{\varepsilon^{n-2}} + \frac{h_2}{\varepsilon^{n+4}} + \ldots$$
$$+ \mathrm{C}(\varepsilon^{n+1} + h'_1 \varepsilon^{n+3} + h'_2 \varepsilon^{n+5} + \ldots).$$

On peut donc identifier ce développement avec celui que donnent l'une ou l'autre des deux formules

$$\mathrm{F}(x) = -\frac{\mathrm{D}_x^{2\nu-1} f(x)}{\Gamma(2\nu)} - h_1 \frac{\mathrm{D}_x^{2\nu-3} f(x)}{\Gamma(2\nu-2)} - \ldots - h_{\nu-1} \mathrm{D}_x f(x),$$
$$\mathrm{F}(x) = +\frac{\mathrm{D}_x^{2\nu-2} f(x)}{\Gamma(2\nu-1)} + h_1 \frac{\mathrm{D}_x^{2\nu-4} f(x)}{\Gamma(2\nu-3)} + \ldots + h_{\nu-1} f(x)$$

pour $x = i\mathrm{K}' + \varepsilon$. Bornons-nous, pour abréger, au cas de $n = 2\nu$, et représentons la partie qui procède, suivant les puissances positives de ε, par

$$\sum_0^i \mathfrak{H}_i \varepsilon^i.$$

On trouve facilement, si l'on écrit

$$m_i = \frac{m(m-1)\ldots(m-i+1)}{1.2\ldots i},$$

l'expression

$$\mathfrak{H}_i = -(i+2\nu-1)_i \mathrm{H}_{i+2\nu-1} - (i+2\nu-3)h_1 \mathrm{H}_{i+2\nu-3}$$
$$-(i+2\nu-5)_i h_2 \mathrm{H}_{i+2\nu-5} - \ldots - (i+1)h_{\nu-1}\mathrm{H}_{i+1}.$$

Nous aurons donc, pour $i = 1, 3, 5, \ldots, 2\nu - 1$, les équations

$$\mathfrak{H}_i = 0;$$

on trouvera ensuite, pour les valeurs paires de l'indice,

$$\mathfrak{H}_{2i} = h_{i+\nu},$$

et enfin, pour les valeurs impaires supérieures à $2\nu - 1$,

$$\mathfrak{H}_{2i+2\nu+1} = Ch'_i.$$

Telles sont les relations, en nombre illimité, qui doivent toutes résulter des deux que nous avons données en premier lieu, à savoir :

$$\mathfrak{H}_1 = 0, \quad \mathfrak{H}_0 = -h_\nu;$$

on est amené ainsi à se demander si leurs premiers membres, $\mathfrak{H}_i$, $\mathfrak{H}_{2i} - h_{i+\nu}$, $\mathfrak{H}_{2i+2\nu+1} - Ch'_i$, ne s'exprimeraient point, sous forme rationnelle et entière, par les fonctions $\mathfrak{H}_1$ et $\mathfrak{H}_0 - h_\nu$. Mais je laisserai entièrement de côté cette question difficile, et j'arrive immédiatement à la résolution des équations relatives au cas de $n = 3$.

» XXXVII. Ces équations ont été données au § XXXV, et sont

$$\mathrm{H}_2 + h_1 \mathrm{H}_0 = 0,$$
$$3\mathrm{H}_3 + h_1 \mathrm{H}_1 = h_2.$$

» Si l'on met en évidence les quantités Ω, et qu'on fasse $h_1 = \frac{l}{2}$, ce qui donne

$$h = -4(1+k^2) - 5l,$$
$$h_2 = \frac{5l^2}{24} - s_1,$$

elles prennent la forme suivante :

$$\lambda^3 - 3\Omega\lambda - 2\Omega_1 + 3l\lambda = 0,$$
$$\lambda^4 - 8\Omega\lambda^2 - 8\Omega_1\lambda - 3\Omega_2 + 2l\lambda^2 = \frac{5l^2}{3} - 8s_1.$$

» Cela étant, j'emploie ces identités, à savoir :

$$\Omega^2 - \Omega_2 = 4s_1,$$
$$\Omega\Omega_2 - \Omega_1^2 = \Omega s_1 + 7s_2,$$

et je remarque qu'on en tire, par l'élimination de Ω_1 et Ω_2, deux équations du second degré en Ω. Mais il convient d'introduire H_1 au lieu de Ω; en faisant alors, pour un moment,

$$a = 1 - k^2 + k^4,$$
$$b = 2 - 3k^2 - 3k^4 + 2k^6,$$

ces relations seront

$$36H_1^2 - 12lH_1 + 36l\lambda^2 + 5l^2 - 4a = 0,$$
$$72lH_1^2 - 6(5l^2 - a)H_1 + 72l^2\lambda^2 - b = 0.$$

» Eliminons λ^2, on en tire immédiatement

$$H_1 = -\frac{10l^3 - 3al - b}{6(l^2 - a)};$$

nous obtenons ensuite

$$\lambda^2 = -\frac{4(l^2 - a)^3 + (11l^3 - 9al - b)^2}{36l(l^2 - a)^2},$$

ou bien

$$\lambda^2 = -\frac{\varphi(l)}{36l(l^2 - a)^2},$$

si l'on pose, pour abréger,

$$\varphi(l) = 125l^6 - 210al^4 - 22bl^3 + 93a^2l^2 + 18abl + b^2 - 4a^3,$$

soit encore

$$\psi(l) = 5l^6 + 6al^4 - 10bl^3 - 3a^2l^2 + 6abl + b^2 - 4a^3$$
$$= \varphi(l) - 12l(l^2 - a)(10l^3 - 8al - b);$$

la relation $\lambda^2 - 2H_1 = \Omega$ nous donnera

$$\Omega = k^2 \operatorname{sn}^2\omega - \frac{1 + k^2}{3} = -\frac{\psi(l)}{36l(l^2 - a)^2}.$$

» Enfin j'observe qu'on déduit des équations proposées la valeur de Ω_1 exprimée en Ω et λ, par cette formule,

$$2\Omega_1 = (\lambda^2 - 3\Omega + 3l)\lambda;$$

faisant donc

$$\chi(l) = l^6 - 6al^4 + 4bl^3 - 3a^2l^2 - b^2 + 4a^2,$$

nous parvenons encore à la relation

$$\Omega_1 = k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega = -\frac{\chi(l)\lambda}{36l(l^2-a)^2}.$$

» Le signe de λ se trouve ainsi déterminé par celui de ω, et la solution complète de l'équation de Lamé dans le cas de $n = 3$ est obtenue sans aucune ambiguïté au moyen de la fonction

$$\frac{\mathrm{H}(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]x}.$$

» On n'a toutefois pas mis en évidence dans les formules précédentes les valeurs de la constante l qui donnent les solutions doublement périodiques, ou les fonctions particulières de seconde espèce de M. Mittag-Leffler, comme nous l'avons fait dans le cas de $n = 2$.

» Voici, dans ce but, les nouvelles expressions qu'on en déduit.

» Posons, en premier lieu,

$$\begin{aligned} \mathrm{P} &= 5l^2 - 2(1+k^2)l - 3(1-k^2)^2, \\ \mathrm{Q} &= 5l^2 - 2(1-2k^2)l - 3, \\ \mathrm{R} &= 5l^2 - 2(k^2-2)l - 3k^4, \\ \mathrm{S} &= 36l, \end{aligned}$$

et, d'autre part,

$$\begin{aligned} \mathrm{A} &= l^2 - (1+k^2)l - 3k^2, \\ \mathrm{B} &= l^2 - (1-2k^2)l + 3(k^2-k^4), \\ \mathrm{C} &= l^2 - (k^2-2)l - 3(1-k^2), \\ \mathrm{D} &= l^2 - 1 + k^2 - k^4, \end{aligned}$$

on aura

$$\lambda^2 = -\frac{\mathrm{PQR}}{\mathrm{SD}^2},$$

$$k^2 \operatorname{sn}^2\omega = -\frac{\mathrm{PA}^2}{\mathrm{SD}^2},$$

$$k^2 \operatorname{cn}^2\omega = +\frac{\mathrm{QB}^2}{\mathrm{SD}^2},$$

$$\operatorname{dn}^2\omega = +\frac{\mathrm{RC}^2}{\mathrm{SD}^2},$$

et enfin, pour établir la correspondance des signes entre ω et λ, l'équation

$$k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega = -\frac{\mathrm{ABC}\lambda}{\mathrm{SD}^2}.$$

» Cela étant, ce sont les conditions $P = 0$, $Q = 0$, $R = 0$, $S = 0$ qui donnent les solutions doublement périodiques, au nombre de sept, tandis qu'on obtient les fonctions de M. Mittag-Leffler en posant $A = 0$, $B = 0$, $C = 0$, $D = 0$. Mais je laisse de côté l'étude détaillée de ces formules, en me bornant à la remarque suivante, sur laquelle je reviendrai plus tard. Exprimons les quantités $k^2 \operatorname{sn}^2 \omega$, $k^2 \operatorname{cn}^2 \omega$, $\operatorname{dn}^2 \omega$, en partant de l'équation

$$k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{1+k^2}{3} = -\frac{\psi(l)}{36l(l^2-a)^2},$$

de cette nouvelle manière, à savoir :

$$k^2 \operatorname{sn}^2 \omega = \frac{12l(l^2-a)^2(1+k^2) - \psi(l)}{36l(l^2-a)^2},$$

$$k^2 \operatorname{cn}^2 \omega = \frac{12l(l^2-a)^2(2k^2-1) + \psi(l)}{36l(l^2-a)^3},$$

$$\operatorname{dn}^2 \omega = \frac{12l(l^2-a)^2(2-k^2) + \psi(l)}{36l(l^2-a)^2}.$$

On conclura facilement de l'égalité

$$k^4 \operatorname{sn}^2 \omega \operatorname{cn}^2 \omega \operatorname{dn}^2 \omega = \frac{\varphi(l)\chi^2(l)}{[36l(l^2-a)^2]^3}$$

la relation que voici :

$$\psi^3(l) - 3.12^2 al^2(l^2-a)^4 \psi(l) + 12^3 bl^3(l^2-a)^6 = \varphi(l)\chi^2(l).$$

Or elle conduit à cette conséquence, qu'en posant

$$y = \frac{\psi(l)}{12l(l^2-a)^2},$$

on a

$$\int \frac{dy}{\sqrt{y^3 - 3ay + b}} = 2\sqrt{3} \int \frac{(5l^2-a)\,dl}{\sqrt{l\Phi(l)}};$$

c'est donc un exemple de réduction d'une intégrale hyperelliptique de seconde classe à l'intégrale elliptique de première espèce. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur un nouveau Mémoire de M.* Hirn, *intitulé : « Recherches expérimentales sur la relation qui existe entre la résistance de l'air et sa température ».* Note de **M. Faye.**

« Dans la séance mémorable du 6 mai 1850, Arago annonçait à l'Académie le succès de l'expérience décisive qu'il avait imaginée, quinze

ans auparavant, pour contrôler la théorie de l'émission de la lumière. Les faits avaient parlé : l'hypothèse newtonienne était condamnée, non pour quelque manque de flexibilité vis-à-vis de phénomènes nouveaux, ce qui était d'ailleurs avoué par tous les physiciens, mais parce que, sur un point net et précis, elle s'était trouvée contredite par l'expérience, sans qu'il fût possible d'y remédier par une hypothèse de plus sur la nature intime du corpuscule lumineux ([1]).

» Tout le monde fut frappé alors des difficultés inhérentes à cette sorte d'exécution d'une théorie longtemps régnante. Arago y avait bien découvert un point faible et en même temps accessible à l'expérimentation, mais celle-ci était si délicate qu'il avait fallu, pour la rendre réalisable, l'esprit d'invention de Wheatstone joint au talent d'exécution et au dévouement de notre confrère M. Bréguet. Et au moment où le merveilleux appareil était prêt, les délais avaient atteint le terme où l'expérimentateur, affaibli par l'âge, avait cessé de l'être lui-même. On sait que ce fut Foucault qui fit le premier cette belle expérience, avec des moyens un peu différents, pendant que MM. Fizeau et Bréguet entreprenaient, avec un plein succès, de la réaliser par l'appareil primitif d'Arago habilement perfectionné.

» Je rappelle cet événement scientifique pour montrer combien il est parfois difficile de mettre dans son tort, d'une manière péremptoire, sans réplique possible, une hypothèse qu'on a réussi, à grand renfort de suppositions accessoires, à accommoder aux faits les plus saillants. On ne s'étonnera donc pas qu'il y ait des difficultés non moindres, quand il s'agit de contrôler définitivement les hypothèses qu'on a proposées pour la constitution des gaz.

» Celle qui domine aujourd'hui, indiquée originairement par Bernoulli, a reçu de M. Clausius des développements qui l'ont fait admettre presque universellement pour guide dans la théorie thermodynamique des gaz et des vapeurs. Elle consiste en ce que les gaz seraient formés d'atomes animés de mouvements rectilignes et frappant en tous sens les parois qui les renferment, de manière à produire tous les phénomènes d'élasticité et de pression. La chaleur elle-même, à ce point de vue, ne serait autre que la

---

([1]) Arago et après lui Foucault eurent bien soin de noter la flexibilité supérieure de l'hypothèse rivale. Si l'expérience avait prononcé en sens contraire, la doctrine des ondulations n'eût pas été renversée pour cela : on aurait pu modifier la constitution admise pour l'éther de manière à faire marcher la lumière plus vite dans l'eau que dans l'air.

force vive de ces atomes. Bien qu'on parvienne aussi aux équations de la Thermodynamique en s'appuyant sur des conceptions toutes différentes sur la nature de la chaleur, celle-là est assurément la plus commode pour l'analyste.

» Il y avait donc lieu de la soumettre à quelque *experimentum crucis*, comme on l'a fait il y a trente ans pour l'hypothèse de l'émission. M. Hirn a trouvé un moyen de contrôle décisif. C'est en effet une conséquence de cette doctrine, dont M. Clausius a tiré un si grand parti dans ses beaux travaux, que la résistance des gaz au mouvement d'un corps doit être sensiblement proportionnelle à la racine carrée de leur température absolue. Si donc l'expérience montre, au contraire, que cette résistance varie tout autrement avec la température, et même qu'elle en est indépendante, la théorie cinétique des gaz sera jugée : il faudra la rejeter, au même titre que la théorie de l'émission.

» Le Mémoire de M. Hirn, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a pour but d'exposer les expériences multiples que l'auteur a faites, avec divers appareils, sur la résistance des gaz, en faisant varier leur température ou leur densité. Il résulte nettement de ces belles expériences que cette résistance n'est pas une fonction immédiate de la température; loin de là, elle conserve sensiblement la même valeur lorsqu'on fait varier cet élément en conservant la même densité.

» A la vérité, il s'agit ici de température absolue, en sorte qu'il faut augmenter de 273° les indications du thermomètre, ce qui réduit singulièrement l'amplitude des écarts qu'il s'agit de constater, d'après la théorie, bien que les indications du thermomètre soient très différentes. Mais les appareils et les méthodes de notre savant Correspondant ont toute la précision nécessaire; elles manifesteraient ces variations de résistance si elles se produisaient réellement. Elles ne se produisent pas; les expériences concluent donc absolument contre l'hypothèse cinétique.

» L'auteur termine son Mémoire par des considérations sur le rôle qu'on a fait jouer à l'hypothèse en question pour ramener tous les phénomènes de la nature à des atomes en mouvement. Sur ce point, il s'était déjà prononcé avec la plus entière netteté dans ses publications antérieures. Restant donc ici dans le domaine de la science ordinaire, je crois pouvoir dire que le travail actuel est un pas décisif pour la science thermodynamique. Ce sera sans doute le point de départ de nombreuses controverses, car les partisans de l'hypothèse nouvelle n'accepteront pas d'emblée sa condamnation; mais, de toute façon, ce Mémoire est véritablement un

événement scientifique, bien plus important et plus fécond que celui que je rappelais en commençant, car il frappe une théorie pleine de vie, et non une vieille hypothèse déjà délaissée; je suis heureux d'appeler sur lui l'attention de l'Académie. »

CHIMIE. — *Sur les sels doubles formés par les sels haloïdes du mercure;* par M. BERTHELOT.

« La théorie complète des réactions salines exige la connaissance des chaleurs de formation de tous les composés susceptibles de prendre naissance, c'est-à-dire des sels simples d'abord, anhydres et hydratés, et aussi des sels doubles, des sels acides et des sels basiques, qui peuvent être formés par voie humide ou par voie sèche, sels trop négligés par les chimistes d'aujourd'hui. Leur rôle est surtout capital dans l'étude des sels métalliques, en raison de leur chaleur propre de formation et de leur état de dissociation. Cette double propriété étant connue, les déplacements inverses et les équilibres en sont la conséquence nécessaire : j'ai déjà développé cette théorie (¹) pour les sels acides et je me propose d'en montrer une nouvelle application, par l'examen des sels doubles d'argent et de mercure. Pour y parvenir, il était nécessaire de mesurer d'abord la chaleur de formation d'un groupe entier de corps, comprenant les principaux sels doubles qui peuvent prendre naissance dans une décomposition donnée. C'est ce que j'ai fait pour les sels de mercure, en envisageant les dérivés des quatre hydracides fondamentaux, acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, cyanhydrique, et en m'attachant aux sels doubles formés d'une part par un même élément uni au potassium et au mercure, et d'autre part par le mercure uni avec deux éléments distincts. Le nombre de ces sels est considérable, et leur étude montrera quelles données il convient d'acquérir pour être en mesure de discuter rigoureusement les problèmes de statique saline.

» I. *Chlorures doubles.* — **1.** J'ai étudié d'abord le chlorure double de mercure et de potassium, à équivalents égaux, tant anhydre : KCl, HgCl;

(¹) *Essai de Mécanique chimique;* théorie générale des équilibres, t. II, p. 439 à 443; rôle des sels acides par voie sèche, p. 585 à 592; par voie humide, p. 665 à 670; bisulfates, p. 638 et suivantes; acides gras entre eux, acides acétique et chlorhydrique, p. 608. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXIII, chlorhydrates de chlorures, p. 85 et 102.

qu'hydraté : KCl, HgCl, HO; ce dernier perd son eau à l'étuve. Pour en obtenir la chaleur de formation il suffit de savoir : 1° la chaleur de dissolution du sel double; 2° et 3° celles de ses composants; 4° enfin la chaleur qui résulte du mélange des dissolutions de ces derniers [1].

	Cal
1° KCl, HgCl (210^{gr}), dissous dans 40 parties d'eau à 14°, absorbe......	$-7,52$
KCl, HgCl, HO (219^{gr}), » »	$-8,33$
2° KCl + eau absorbe, à 14°..................................	$-4,5$
3° HgCl + eau, »	$-1,5$

4° Le mélange d'une solution de chlorure de mercure avec une solution de chlorure de potassium dégage de la chaleur :

KCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 14°, dégage...... .... $+0,39$

Ce dernier chiffre prouve qu'il y a combinaison entre les deux chlorures, même avec des dissolutions étendues, telles que les précédentes.

» La chaleur de formation du chlorure double se déduit de ces données.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KCl + eau	$-4,5$	HgCl + KCl = HgCl, KCl ..	x
HgCl + eau..................	$-1,5$	Dissolution...............	$-7,5$
Mélange des deux solutions......	$+0,4$		$-7,5+x$
	$-5,6$		

D'où l'on tire : $x = +1^{Cal},9$.

» On a encore, pour la chaleur d'hydratation du sel double,

HgCl, KCl + HO liquide = HgCl, KCl, HO, dégage... $-7,5-(-8,3) = +0^{Cal},8$

Si l'on suppose l'eau solide, on aura $+0^{Cal},1$.

» La *formation totale du sel double hydraté*, à partir de l'eau liquide et de deux sels simples anhydres, dégage en tout : $+2^{Cal},7$.

» Voilà la quantité auxiliaire qui peut intervenir dans les réactions opérées en présence de l'eau, en raison de la formation du chlorure double de mercure et de potassium.

» **2**. Il existe plusieurs autres chlorures doubles.

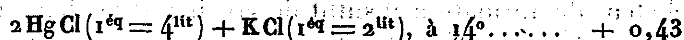
» Tel est le chlorure KCl, 2HgCl, 2HO. 1° Sa dissolution dans quarante fois son poids d'eau à 14° absorbe :

Avec le corps anhydre ($345^{gr},5$).......	$-9^{Cal},5$
Avec l'hydrate ($363^{gr},5$).............	$-11^{Cal},3$

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 48.

» 2° D'ailleurs, dans l'état dissous :



$2HgCl\,(1^{éq} = 4^{lit}) + KCl\,(1^{éq} = 2^{lit})$, à 14°....... $+\,0,43$

valeur sensiblement la même qu'à équivalents égaux.

On a dès lors

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KCl + eau	− 4,5	2HgCl + KCl.........	x
2HgCl + eau...........	− 3,0	Dissolution............	− 9,5
Mélange des solutions	+ 0,4		$x - 9,5$
	− 7,1		

$$x = +\,2,4.$$

» La combinaison du sel double avec l'eau liquide



$2HgCl, KCl, 2HO$ .... $+\,1,8$; eau solide : $+\,0,4$

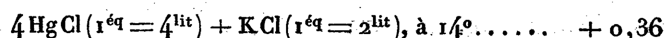
» La *formation totale du sel double hydraté* :



$(2HgCl + KCl + 2HO)$, dégage..... $+\,4,2$ (eau liq.); $+\,2,8$ (eau solide).

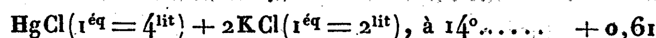
» 3. J'ai aussi observé un chlorure cristallisé : $3HgCl, 2KCl, 3HO$, lequel peut être regardé comme formé par la combinaison des deux précédents : $2HgCl, KCl, 2HO + HgCl, KCl, HO$. D'après la chaleur de dissolution du sel double, cette combinaison ne dégagerait qu'une quantité de chaleur presque insensible.

» 4. Complétons ces données, en indiquant la réaction des dissolutions suivant diverses proportions :



$4HgCl\,(1^{éq} = 4^{lit}) + KCl\,(1^{éq} = 2^{lit})$, à 14°...... $+\,0,36$

Ce chiffre peut être regardé comme identique avec $+\,0,43$ et $+\,0,39$, obtenus pour 2HgCl et HgCl. Il ne paraît donc pas qu'il se forme, en dissolution du moins, un chlorure double plus riche en mercure. Au contraire,



$HgCl\,(1^{éq} = 4^{lit}) + 2KCl\,(1^{éq} = 2^{lit})$, à 14°...... $+\,0,61$

chiffre qui indique, soit l'existence d'un chlorure double plus riche en potassium, soit la persistance dans les liqueurs d'une dose plus forte du chlorure KCl, HgCl; le degré de dissociation de ce sel étant diminué par la présence d'un excès de chlorure de potassium, c'est-à-dire de l'un de ces composants, conformément à ce que j'ai établi pour les éthers.

» II. *Bromures doubles.* — Le bromure double que j'ai étudié répond à la formule $KBr, 2HgBr, 2HO$. Il est très beau et très bien cristallisé.

1° J'ai mesuré d'abord la chaleur de dissolution de ce sel, anhydre et hydraté. L'opération n'a pu se faire au moyen de l'eau pure, à cause de la lenteur de dissolution et de la faible solubilité de ce sel. On a dissous le sel double dans une solution de bromure de potassium :

KBr, 2HgBr solide + 5KBr dissous ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14°...... — 2,73
KBr, 2HgBr, 2HO + 5KBr dissous ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14°...... — 6,07

» On tire de là la chaleur d'hydratation du sel double, soit

KBr, 2KBr + 2HO liquide......... + 3,34; l'eau solide : + 1,9

chiffres notablement plus élevés que pour le chlorure.

» 2° La chaleur de dissolution du bromure de potassium dans quarante fois son poids d'eau est représentée, d'après mes mesures personnelles, à la température t, pour la formule KBr = 119^{gr},1, par

$$-5^{Cal},13 + 0,038\,(t - 18).$$

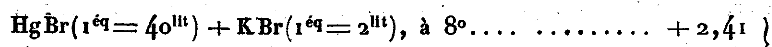
» Mais il s'agit ici de la dissolution du bromure de potassium dans une solution renfermant déjà $1^{éq}$ de KBr pour 2^{lit} de liqueur. En opérant avec les mêmes proportions relatives, j'ai trouvé, à 11°, un chiffre plus faible

» 3° La chaleur de dissolution du bromure de mercure dans l'eau n'a pu être mesurée directement, à cause de la lenteur de la dissolution et de la faible quantité dissoute dans les liqueurs saturées ($\frac{1}{200}$ à froid). J'ai préféré comparer les chaleurs développées, lorsqu'on traite ce bromure, pris d'une part à l'état solide, d'autre part à l'état dissous, par une liqueur qui agit chimiquement sur lui et le dissout très rapidement, telle que la solution de bromure, ou d'iodure, ou de chlorure de potassium, ou bien encore celle de cyanure de potassium.

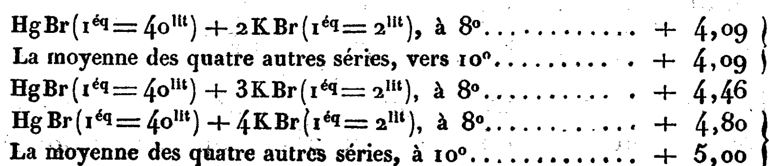
» Ces expériences sont très délicates, à cause de la grande dilution des dissolutions de bromure de mercure : aussi l'erreur possible *a priori* s'élève-t-elle à ± 0,2. Voici les résultats obtenus en fait vers 12° :

» Je n'ai pas réussi à obtenir la chaleur de dissolution de l'iodure de mercure dans l'eau pure par la même méthode, à cause de la solubilité minime de ce sel ($0^{gr},044$ par litre, vers 12°).

» 4° Examinons maintenant la réaction du bromure de mercure dissous sur le bromure de potassium dissous. Cette réaction dégage une quantité de chaleur très notable et qui atteste la formation des bromures doubles, même dans l'état dissous. J'ai trouvé, d'une part, dans un groupe d'expériences très soignées :

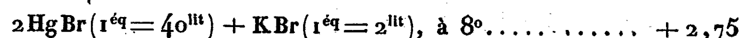

$HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 8°.... .... +2,41

» Ces chiffres ne s'écartent l'un de l'autre que d'une quantité inférieure à la limite d'erreur. On a encore :

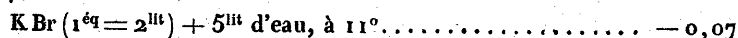


$HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + 2KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 8°...........	+ 4,09
La moyenne des quatre autres séries, vers 10°.........	+ 4,09
$HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + 3KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 8°.........	+ 4,46
$HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + 4KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 8°...........	+ 4,80
La moyenne des quatre autres séries, à 10°.............	+ 5,00

» On a aussi trouvé :


$2HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 8°........... +2,75

La dilution de la solution de bromure de potassium par l'eau pure, employée en quantité égale à celle qui dissout le bromure de mercure, n'intervient que pour un chiffre minime et inférieur aux erreurs d'expériences :


$KBr(1^{éq} = 2^{lit}) + 5^{lit}$ d'eau, à 11°.................... −0,07

» Ces chiffres prouvent que les deux bromures simples dissous se combinent avec un dégagement de chaleur considérable ; la formation des sels

doubles résultants joue un rôle important dans les doubles décompositions.

» Ceci posé, déterminons la chaleur de formation du bromure double : KBr, 2HgBr anhydre; et celle de son hydrate, 2HO.

» Telle est la quantité de chaleur dégagée par l'union des deux bromures anhydres, KBr + 2HgBr.

» La formation du bromure hydraté : KBr, 2HgBr, 2HO, dégage depuis l'eau et le sel anhydre : + 3,3. Par suite, *la formation totale du sel hydraté* dégage : + 3,9.

» Cette chaleur de formation résulte principalement de l'union du sel anhydre avec l'eau, conformément à ce que j'avais observé naguère pour l'atakamite. D'après les chiffres obtenus par le mélange des sels simples dissous, il paraît exister des sels doubles plus riches en bromure de potassium.

» III. *Cyanure double.* — J'ai déjà étudié la chaleur de formation du cyanure double : Hg Cy, KCy.



HgCy solide + KCy solide = HgCy, KCy, dégage.... $+ 8^{\text{Cal}},3$

» Dans l'état dissous, le sel double prend également naissance :

			Cal
HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$) +	KCy ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$), à 14°, dégage...		+ 6,21
»	+ 2KCy	» ...	+ 6,34
»	+ 4KCy	» ...	+ 6,46
»	+ 8KCy	» ...	+ 6,60

» Ces nombres diffèrent à peine : ils me paraissent répondre au même composé, sauf de légères différences dues aux chaleurs de dilution et peut-être de dissociation.

» On a encore :

	Cal
2HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$) + KCy ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$), à 14°.......	+ 7,08
4HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$) + KCy.....................	+ 7,30

» Ceci indique dans les liqueurs l'existence d'un second composé, renfermant un excès de cyanure de mercure : il répond probablement aux chlorure, bromure, iodure au type 2Hg R, KR. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur les effets de l'hypnose sur quelques animaux*; par M. **H.-Milne Edwards**.

« En ce moment, plusieurs personnes s'occupent très activement de l'étude des phénomènes anormaux qui paraissent pouvoir être produits, chez certains malades, par des moyens analogues à ceux dont se servaient jadis les magnétiseurs : je crois, par conséquent, devoir communiquer à

l'Académie les faits suivants, constatés expérimentalement sur des animaux par M. Harting, professeur à l'Université d'Utrecht. Les expériences sur le sommeil hypnotique, m'écrit ce savant physiologiste, ne sont pas sans danger pour les sujets qui y sont soumis.

« Il y a quelques années, ajoute M. Harting, je fis un grand nombre d'expériences sur des animaux hypnotisés de la manière bien connue : des poules, des pigeons, des lapins, des cobayes, des grenouilles. Or, si l'hypnotisation était plusieurs fois répétée sur le même individu, son système nerveux s'en trouvait fortement ébranlé. J'avais six poules qui, à des intervalles de deux ou trois jours, furent soumises à l'hypnotisation ; après trois semaines environ, une des poules commençait à boiter ; bientôt, une hémiplégie se déclara et l'animal mourut. Il en fut de même des cinq autres poules. Toutes furent atteintes d'hémiplégie, les unes après les autres, bien qu'après des espaces de temps différents. En trois mois, toutes les poules étaient mortes. Cette expérience doit nous rendre très circonspects, lorsqu'il s'agit d'appliquer l'hypnotisme à l'espèce humaine. »

» De concert avec le directeur de la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle, j'ai pris les mesures nécessaires pour répéter les expériences de M. Harting soit sur des oiseaux, soit sur des mammifères; mais, *a priori*, je dois déclarer que, en provoquant fréquemment chez les femmes hystériques la production de phénomènes analogues à ceux dont les effets ont été si funestes sur les poules, on risque, ce me semble, de nuire à l'état de ces malades. En effet, d'après les renseignements que j'ai pu recueillir à cet égard, j'ai lieu de penser que les personnes soumises fréquemment à des influences de ce genre se perfectionnent peu à peu comme *sujets de démonstration*, et cela me paraît indiquer que, par l'habitude du fonctionnement pathologique du système nerveux, le mal devient de plus en plus grave. A mon avis, il convient donc de ne pas pratiquer souvent l'hypnotisation, ou d'autres actions analogues, sur les hystériques. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les preuves de l'effondrement d'un continent austral pendant l'âge moderne de la Terre;* par M. ÉMILE BLANCHARD.

« Au siècle dernier, géographes et navigateurs demeuraient convaincus de l'existence d'un continent dans les régions australes comprises entre la Nouvelle-Hollande et l'Amérique. On croyait ce continent indispensable à l'équilibre du globe. Lorsque, le 7 octobre 1769, le capitaine Cook, mouillant au soir dans une baie de la terre que cent vingt-sept années auparavant avait entrevue le Hollandais Abel Tasman, sur le pont du célèbre navire l'*Endeavour*, le commandant, les officiers de l'état-major, les natu-

ralistes Banks et Solander, l'astronome Charles Green, tous, agités par la surprise et l'incertitude, se flattaient d'être en présence de la fameuse *Terre australe inconnue*. Si, à ne trouver que deux grandes îles et une multitude d'îlots, l'ensemble qu'on nomme la Nouvelle-Zélande, il y eut une sorte de déception, la gloire d'une découverte la fit oublier. Le capitaine Marion du Fresne avait conduit, en 1772, les deux vaisseaux français le *Mascarin* et le *Marquis-de-Castries* à la baie des Iles. Crozet, l'historien du voyage, le narrateur du massacre de Marion et des matelots de son escorte, a déclaré que la Nouvelle-Zélande lui apparut comme une grande montagne qui, autrefois, aurait fait partie d'un vaste continent. C'était l'impression simple d'un marin doué d'esprit d'observation. Personne, semble-t-il, ne s'en est préoccupé. Maintenant, il ne s'agit plus d'impressions plus ou moins justes, des notions très positives doivent nous conduire à un résultat d'un caractère tout scientifique, à une démonstration pleinement rigoureuse. La nature vivante nous fournira en abondance les preuves que, dans l'âge moderne de la Terre, peut-être même à une époque qui n'est pas fort lointaine, il existait dans les parties australes de l'océan Pacifique un véritable continent. La Nouvelle-Zélande et les petites îles adjacentes en sont les débris.

» En arrivant à la Nouvelle-Zélande, après avoir parcouru le monde, on se trouve entouré d'une végétation presque entièrement nouvelle, dit M. Jos. Hooker. A cette végétation d'un caractère propre s'ajoutent pourtant, en quantité notable, des plantes d'Australie et d'Amérique [1].

» Lorsque la Nouvelle-Zélande, avant d'être envahie par les Européens, apparaissait encore dans son état originel, le voyageur était frappé de l'abondance des Fougères; il admirait, couronnant les sommets des collines, les Fougères en arbres (*Cyathea*), en divers endroits les Lycopodes, qui sont les plus grands entre tous ceux de l'époque actuelle et les plus apparentés aux espèces de la période carbonifère, un gracieux Palmier (*Areca sapida*). Des plantes de la famille des Liliacées demeurent caractéristiques de la région : le fameux *Phormium*, plusieurs espèces de Cordylines.

» En cette partie du globe, les forêts, aujourd'hui bien endommagées, ont des aspects grandioses qu'elles doivent à des arbres superbes du groupe

(1) Pour la flore de la Nouvelle-Zélande, les principales sources d'information sont : J.-D. Hooker, *Flora antarctica*; 1844-1847. — *Handbook of the New-Zealand Flora*; 1867. — Nombreuses Notices de différents auteurs dans les *Transactions of the New-Zealand Institute*, qui se publient depuis 1868.

des Conifères : le Pin rouge et le Pin totara (*Podocarpus ferruginea* et *P. totara*), des essences offrant analogie avec les Cèdres (genre *Libocedrus*), une sorte de Thuya au feuillage pâle (*Dacrydium cupressifolium*) et, sous le climat tempéré, dans les contrées du Nord, dominant tout par les proportions colossales et par la beauté, le Pin kauri (*Damnara australis*). A ces végétaux se mêlent des Protéacées (*Knigthia*), des Rhamnées (*Pomaderris* , d'élégantes Myrtacées (*Leptospermum* et *Metrosideros*).

» Sur l'île du sud, à l'ouest, ce sont les forêts où se pressent les Conifères, où s'étalent de grandes Légumineuses (des *Carnichelia* et le *Sophora tetraptera*), des Tiliacées (genre *Elæocarpus*), des Myrtes (*Metrosideros lucida*, etc.) Au centre et à l'est, où les forêts ont été brûlées, se montrent, en épais buissons, des Véroniques, des Campanules (*Walhenbergia saxicola*), différentes Gentianes, de belles Renoncules, de nombreuses Composées (*Craspedia* et *Celmisia*).

» Tout au sud, ainsi qu'aux îles Auckland et à Campbell, deviennent plus abondantes les Bruyères (genre *Dracophyllum*), des Rubiacées (*Coprosma*) et des Araliacées (*Aralia* et *Panax*), et l'on y rencontre, comme dans les zones alpestres, des Violettes, des Epilobes, des Euphrasies, des *Gnaphalium*.

» La faune de la Nouvelle-Zélande signale au plus haut degré une région indépendante et d'un caractère très particulier. Les Insectes sont des plus intéressants. La première pensée est de les comparer à ceux des terres les moins éloignées, aux espèces de la Tasmanie et du sud de l'Australie. Il y a peu de rapports : c'est un autre monde. On n'y voit pas, comme dans la végétation, des espèces américaines ou australiennes, à l'exception de trois ou quatre Lépidoptères. A l'égard de la dissémination entre les végétaux dont les semences peuvent être apportées de loin et les animaux attachés au sol, la différence est considérable; dans nos études, il convient d'en tenir grand compte.

» Quelques Insectes de la Nouvelle-Zélande se rapportent à des genres particuliers, ayant une certaine affinité avec des types représentés soit en Australie, soit dans les archipels de l'océan Pacifique ([1]); le plus grand nombre, à des genres qui ont des représentants dans l'hémisphère boréal. Les Insectes et les Arachnides, dans l'ensemble, trahissent un climat très

---

([1]) Les genres *Prionoplus, Coptamma, Navomorpha, Dorcadida, Xylotoles,* de la famille des Cérambycides ; *Pyronota,* de la famille des Scarabéides ; *Dinarida,* de la famille des Locustides.

tempéré, même un peu froid ; en général, ils ont l'aspect triste des espèces de l'Europe centrale. Au sud disparaissent les formes les plus remarquables de la famille des Cérambycides et de la famille des Scarabéides ; les Charançons, et surtout les Coléoptères carnassiers, prédominent (les Carabides du type des Féronies). Les Insectes de l'île Stewart, et surtout des îles Auckland, rappellent la physionomie des espèces de la Scandinavie ou même de la Laponie.

» A la Nouvelle-Zélande, il n'y a point de Mammifères terrestres. On parlait autrefois d'une espèce de Rat ; on ne la trouve plus aujourd'hui. Il existe seulement deux espèces de Chauves-Souris. En ce pays, le monde des Oiseaux a une importance de premier ordre ; il en eut une bien plus grande à une époque encore peu éloignée de la nôtre [1].

» Des espèces de la famille des Râles et des Poules d'eau sont vraiment caractéristiques. Une d'elles, qui comptait parmi les plus magnifiques, semble éteinte (*Notornis Mantellii*). Les Gallides n'ont qu'un seul représentant, une Caille (*Coturnix Novæ-Zelandiæ*), dont l'extinction paraît prochaine. Un superbe Pigeon (*Carpophaga Novæ-Zelandiæ*) est propre à la région. Les Fringillides, passablement nombreux, ont des espèces qui se rattachent aux groupes des Corbeaux, des Etourneaux, des Mésanges, des Méliphages, des Merles et surtout des Fauvettes. La plupart sont particulières au pays ; mais on en cite plusieurs qui existent en Australie ou dans les archipels du Pacifique. Il est un Oiseau d'un type tout spécial à la Nouvelle-Zélande, n'ayant de ressemblance étroite avec aucune autre forme connue (*Heterolocha acutirostris*).

» On voit dans cette faune des Perroquets de divers genres : une Perruche (*Platycercus Novæ-Zelandiæ* et sa variété *P. auriceps*), les Nestors, oiseaux d'un type très caractéristique, confinés à la Nouvelle-Zélande et aux îles Norfolk, le plus étrange des Psittacides, le gros Perroquet nocturne (*Strigops habroptilus*).

» Du groupe des Oiseaux coureurs (*Struthionides*) vivent encore les Aptérix, aux ailes absolument rudimentaires et au long bec courbé.

» Les Oiseaux les plus remarquables de la Nouvelle-Zélande ont cessé d'exister : des coureurs du type des Autruches et des Casoars, certains d'entre eux ayant la taille de la Girafe. Les premiers habitants de la Nou-

---

(1) Pour les espèces d'Oiseaux de la Nouvelle-Zélande actuellement vivantes, *voir* J.-L. Buller, *Birds of New-Zealand*, 1873 ; nombreuses Notices dans les *Transactions of the New-Zealand Institute*.

velle-Zélande les ont connus, et les ont appelés du nom de *Moas*; la tradition a gardé le souvenir de ces êtres extraordinaires, et le nom est demeuré dans la langue des Maoris. Il y a une quarantaine d'années, des ossements de ces Oiseaux gigantesques, recueillis dans des cavernes, dans le lit de torrents, dans des marais, ayant été portés à Londres, M. Richard Owen put reconstituer le squelette de plusieurs espèces. Il classa ces espèces dans les genres *Dinornis* et *Palapteryx*. Des recherches ultérieures ont fait découvrir, dans presque toutes les parties de la Nouvelle-Zélande, des quantités considérables de débris de ces Oiseaux. Une fouille du marais de Glenmark, situé près de la rivière Waïpara, dans la province de Wellington, permit à M. Julius Haast de récolter des os de cent soixante et onze individus. Des plumes, des tendons, des fragments de peau de Dinornis ayant été rencontrés, on dut croire l'extinction de ces Oiseaux très récente. L'espoir de trouver vivants en des lieux solitaires des Dinornis ou des Palaptéryx a longtemps persisté parmi les naturalistes. A l'époque où ces Oiseaux gigantesques dominaient sur les terres néo-zélandaises vivait aussi un Rapace de proportions colossales (*Harpagornis Moorei* Haast).

» Les îles Auckland, par la flore et par la faune, se montrent absolument dépendantes de la partie australe de la Nouvelle-Zélande. A l'île Macquarie, sans cesse battue des tempêtes, habite, sous le plus rude climat, la Perruche de la Nouvelle-Zélande. On ne saurait imaginer que l'Oiseau, presque sédentaire, ait jamais accompli au-dessus de la mer un voyage de 500 à 600 milles pour s'abattre en un des endroits du monde les plus désolés. A l'île Campbell, moins rapprochée des banquises, il n'existe ni Perroquets, ni autres Oiseaux terrestres, mais la végétation, avec quelques traits particuliers, offre une extrême ressemblance avec celle des îles Auckland et des parties les plus froides de la Nouvelle-Zélande.

» Nous avons peu de renseignements sur la nature vivante, soit aux îles Bounty, soit aux îles de l'Antipode; nous savons cependant que sur ces dernières se trouvent le *Phormium* et quelques autres plantes de la Nouvelle-Zélande, ainsi que la Perruche.

» Aux îles Chatham, mieux explorées que toutes les îles éparses, à plus ou moins longue distance des terres néo-zélandaises, sur les parties basses comme sur les collines, c'est entièrement la végétation de la portion de la Nouvelle-Zélande, située sous la même latitude. A peine, disent les explorateurs, rencontre-t-on deux ou trois plantes particulières à la contrée [1].

[1] On ne voit pas aux îles Chatham les Pittospores, les *Metrosidroes* ou les Cordylines de la Nouvelle-Zélande.

Là, vivent beaucoup des Oiseaux de la Nouvelle-Zélande. Je néglige de prendre en considération les espèces capables d'un vol un peu soutenu, car je trouve dans la présence de quelques espèces une preuve bien démonstrative d'un isolement survenu à une époque peu ancienne. Aux îles Chatham, existait l'Ocydrome austral (*Ocydromus australis*), oiseau coureur, ayant des ailes rudimentaires. On y voyait le fameux Perroquet nocturne (*Strigops habroptilus*), qui ne fait point usage de ses ailes, trop faibles pour lui permettre de s'élever en l'air. Les Insectes observés ont été reconnus pareils à ceux de la Nouvelle-Zélande.

» Aux îles Norfolk, situées à environ cinq degrés de latitude au nord de la Nouvelle-Zélande, apparaissent dans la flore et dans la faune des formes tropicales; néanmoins, entre les plantes et les animaux de ces terres, il y a des ressemblances saisissantes. La végétation, comme celle de la Nouvelle-Zélande, frappe par l'abondance des Fougères. Sur le petit archipel, on observe la même Fougère en arbre (*Cyathea medullaris*), le même Palmier, les mêmes Liliacées : le *Phormium* et des Cordylines (*Cordyline australis* et *Dianella intermedia*); les mêmes Poivriers (*Piperomia Urvilleana* et *Piper excelsa*). Fait plus remarquable encore, on y rencontre, de la famille des Perroquets, le type étrange et si caractéristique de la Nouvelle-Zélande : le genre Nestor.

» Placées à l'orient des îles Norfolk, les îles Kermadec nous sont encore moins connues que ces dernières; cependant une récolte de plantes permet d'affirmer qu'il existe dans la flore de ces îles une grande analogie avec celles de l'archipel Norfolk et de la Nouvelle-Zélande.

» Ainsi, tout dans la nature vivante atteste que la Nouvelle-Zélande, avec la multitude des îlots plus ou moins rapprochés de ses rivages, les îles Auckland et Marquarie au sud-ouest, les îles Chatham, de l'Antipode, Bounty à l'est, ont été séparées à une époque récente, au temps où les plantes et les animaux se trouvaient associés dans les conditions où ils vivent encore sur les débris d'un continent ou d'une vaste terre maintenant en grande partie affaissée sous les eaux. L'île Campbell, tour à tour submergée et émergée pendant les périodes géologiques, s'étendait beaucoup, selon toute apparence, vers la Nouvelle-Zélande et peut-être lui était unie durant des siècles de la période actuelle. A cet égard, on ne garderait aucun doute si la faune entomologique de Campbell était parfaitement étudiée dans ses rapports avec celle des îles Auckland et de l'île Stewart [1]. Au

---

[1] M. Henri Filhol, attaché à la mission chargée d'observer le passage de Vénus en 1874,

nord, les îles Norfolk et les îles Kermadec durent être également sinon dépendantes, du moins très rapprochées de la Nouvelle-Zélande. Dès qu'il sera permis de comparer dans tous les détails la flore et la faune de ces petits archipels, une certitude se trouvera certainement acquise.

» Ce qui est aujourd'hui hors de doute, c'est l'existence dans l'âge moderne du globe, peut-être même à une époque médiocrement reculée, d'une vaste terre, dont la Nouvelle-Zélande et la plupart des îles qui l'entourent à plus ou moins grande distance sont les vestiges. Les conditions des faunes et des flores actuelles en fournissent des preuves positives. A ces preuves semble s'en ajouter une autre. Que l'on jette les yeux sur les cartes où se trouvent indiquées les profondeurs de la mer, on est frappé de voir que toute la région maritime où sont les terres que nous regardons comme les débris d'un continent est peu profonde. Au delà de cette zone, on rencontre les grandes profondeurs. L'ancienne Terre australe est submergée, elle n'est pas engloutie dans les abîmes. Des soulèvements la ramèneront peut-être un jour, en totalité ou en partie, au-dessus des eaux.

» En présence de l'accumulation d'ossements de Moas, observée sur d'étroits espaces, on se figure énorme la quantité des Oiseaux gigantesques qui ont existé sur les plateaux ou dans les plaines de la Nouvelle-Zélande à une date sans doute peu éloignée. Aussi est-il difficile de croire que la destruction totale de ces remarquables créatures ait été accomplie par les Maoris toujours clairsemés sur le littoral de l'île du Sud. Selon certaine probabilité, les événements physiques ont été la cause première de cette destruction. Dispersés sur une vaste terre, les Moas avaient l'existence facile; la terre venant à disparaître sous les eaux, ils durent se réfugier sur les espaces qui demeuraient émergés. Dans ces conditions nouvelles, les Moas auront péri par centaines dans les endroits où ils se pressaient en trop grand nombre. L'extinction de ces Oiseaux gigantesques serait une nouvelle preuve de l'effondrement du continent austral.

» A l'heure présente, font encore défaut beaucoup de renseignements sur les flores des petits archipels et surtout des informations précises touchant les faunes entomologiques de toutes les petites îles où nous voyons les débris d'un continent. Pour les recherches qui sont à poursuivre,

---

ayant fait une étude attentive des terrains de Campbell, croit que l'île est séparée de la Nouvelle-Zélande depuis l'époque tertiaire moyenne. L'absence de Perroquets et d'autres Oiseaux terrestres semble justifier cette opinion. D'autres faits paraissent la contredire.

j'adresse un pressant appel aux naturalistes de la Nouvelle-Zélande. En ce pays, depuis une vingtaine d'années, des investigateurs se distinguent par des études du plus réel intérêt. C'est à eux ou à leurs élèves qu'il appartient de faire une complète exploration des îles qui entourent la Nouvelle-Zélande. On n'oubliera pas que les plus misérables plantes, que les plus chétifs Insectes deviennent des signes dont tirent des révélations sur l'histoire du monde physique ceux qui s'attachent à les comprendre. »

M. Alph.-Milne Edwards, à la suite de la Communication de M. *E. Blanchard,* présente les observations verbales suivantes :

« La Nouvelle-Zélande, au point de vue de sa faune, offre des analogies réelles avec d'autres terres qui en sont cependant géographiquement très éloignées : ce sont les îles Mascareignes. A Maurice, à Bourbon, à Rodrigues, comme à la Nouvelle-Zélande, il n'y avait autrefois aucun Mammifère terrestre, à l'exception de quelques Chauves-Souris ; tous ceux que l'on y trouve aujourd'hui y ont été transportés par l'homme. Il y avait une population variée d'Oiseaux autochtones incapables de voler, parmi lesquels se faisaient remarquer le Dronte, le Solitaire, le Géant, l'Oiseau bleu, et plusieurs espèces appartenant au type si curieux des Ocydromes dont notre savant collègue nous parlait tout à l'heure. C'est à la suite de l'étude de cette faune avienne, entièrement anéantie aujourd'hui, que, dès 1867, je disais à l'Académie : « Il paraît difficile de croire que des îles si » petites et en apparence si peu favorables à la prospérité de leurs faunes » respectives aient été chacune le berceau primitif de ces espèces si bien » caractérisées et si différentes de ce qui existe ailleurs. Il me semble plus » probable que chacun des cônes volcaniques qui constituent le noyau » de ces îles éparses dans le Grand Océan préexistait à l'abaissement de » terres d'une étendue considérable et a servi de dernier refuge à la popu- » lation zoologique de la région circonvoisine aujourd'hui disparue; » et quelques années plus tard, après de nouvelles recherches, j'ajoutais que cette faune, bien différente de celle de Madagascar, de l'Afrique, de l'Inde ou de l'Australie « avait cependant, avec la faune néo-zélandaise et celle » des autres parties de la région antarctique, des points de ressemblance » tels qu'on ne peut hésiter à la classer parmi les faunes australes. Il est » donc possible qu'elle se soit étendue davantage au sud, et nous nous » trouvons amenés à l'idée d'une grande terre existant jadis dans la par-

» tie de l'océan Atlantique occupée aujourd'hui par les immenses bancs » de plantes marines que l'on désigne sous le nom vulgaire de *Kelp*. »

» L'absence des Mammifères dans telle ou telle région n'indique pas forcément que ces terres soient impropres à les faire vivre, mais qu'elles ont été séparées du reste du globe avant l'apparition des Mammifères.

» C'est ce qui a eu lieu pour les Mascareignes, pour beaucoup des îles de la Polynésie et pour la Nouvelle-Zélande. J'ai eu l'occasion de développer cette idée dans un long travail sur la faune des régions australes, qui a obtenu en 1874 le prix Bordin et qui a été analysé par notre regretté collègue M. Roulin, dans un Rapport lu à l'Académie.

J'ai cherché alors à me servir des renseignements fournis par l'étude de la faune néo-zélandaise, pour montrer les relations qui ont autrefois existé entre cette grande terre et les îles, aujourd'hui éparses, qui l'entourent [1].

» Chatham, Norfolk, l'îlot de Lord-Howe ne sont que des débris d'un continent plus étendu, et à ce point de vue mes recherches s'accordent avec celles de M. le capitaine Hutton, avec celles de M. Wallace et avec celles que M. Blanchard vient de nous exposer. Il est cependant un point sur lequel je ne partage pas l'opinion de mon savant maître ; je ne pense pas que les îles antarctiques, telles que Auckland, Campbell et Macquarie, aient été autrefois reliées à la Nouvelle-Zélande. Si l'on trouve à Auckland quelques Oiseaux identiques à ceux de cette dernière terre, on remarque que ce sont des espèces pourvues d'ailes vigoureuses, telles que les Perruches du genre Cyanoramphe, qui se montrent avec quelques variations presque insignifiantes de taille et de plumage, depuis la Nouvelle-Calédonie (*Cyanoramphus Saisseti*) jusqu'à Macquarie (*Cyanoramphus erythrothis*); on peut donc expliquer leur présence par leur transport à travers des étendues de mer considérables; à Auckland, nous voyons certaines formes ornithologiques spéciales qui n'ont jamais été signalées à la Nouvelle-

---

[1] Il (M. A.-Milne Edwards) a appelé l'attention sur certains faits qui lui paraissent indiquer que, à une époque peu éloignée de la période actuelle, non seulement les trois parties de la Nouvelle-Zélande communiquaient entre elles, mais que des terres aujourd'hui disparues sous les eaux les reliaient plus ou moins directement à quelques îles de la Polynésie, tandis qu'aucune communication de ce genre ne semble avoir existé entre la Nouvelle-Zélande et l'Australie, l'Amérique ou l'ancien continent, depuis l'époque où les Mammifères ont commencé à se montrer dans ces diverses contrées. (Rapport présenté à l'Académie, le 24 novembre 1874, par M. Roulin, au nom de la Commission chargée de décerner le prix Bordin, t. LXXIX, p. 1646.)

Zélande ou ailleurs : un Canard et un Harle par exemple. Aucun des Oiseaux apténiens si caractéristiques de la faune néo-zélandaise, tels que les Apteryx, les Dinornis, les Notornis, les Ocydromes, les Strigops, n'a été trouvé soit à l'état fossile, soit vivant à Auckland, à Campbell ([1]) ou à Macquarie.

» Dans les recherches de Zoologie géographique, on doit tenir le plus grand compte des moyens dont les animaux ont pu disposer pour se transporter d'un point sur un autre, et il est telle espèce dont la présence ou l'absence sera plus démonstrative que la présence ou l'absence d'un très grand nombre d'autres espèces. A ce point de vue, le coefficient d'importance des Ocydromes, des Apteryx ou des Strigops doit être très élevé; celui des Perruches à longues ailes, ou des petits Passereaux voiliers doit rester très faible. C'est en me basant sur des considérations de cet ordre que je suis disposé à croire que les îles Auckland, Campbell et Macquarie n'ont pas fait partie du continent néo-zélandais auquel se rattachaient au contraire, au nord-ouest, les îles de Lord-Howe et de Norfolk, et à l'est les îles Chatham. »

M. É. Blanchard répond à ces observations verbales, de la manière suivante :

« Voulant rappeler le souvenir de ses recherches sur les Oiseaux éteints des îles Mascareignes, M. Alph.-Milne Edwards traite un sujet qui n'a aucun rapport avec la question dont je viens d'entretenir l'Académie. J'ai publié, il y a une dizaine d'années, un Ouvrage sur Madagascar; j'ai comparé la flore et la faune de cette grande île à celle des autres terres. Jamais je n'ai eu la pensée de rattacher à Madagascar les îles Mascareignes; il est facile de s'en assurer.

» On s'étonne de l'idée d'une comparaison entre les îles Mascareignes et la Nouvelle-Zélande. Dans l'ensemble, les flores et les faunes de ces régions sont presque aussi dissemblables qu'il est possible de l'imaginer. S'il existait également des Ocydromes (du reste d'espèces très différentes) sur ces terres éloignées, c'est un point d'analogie, comme on en voit des exemples par centaines et par milliers, certains genres se trouvant représentés, dans des régions du monde d'un caractère général tout différent, par des espèces plus ou moins voisines.

([1]) Les recherches faites à Campbell par M. H. Filhol, lors de l'expédition astronomique du passage de Vénus, nous ont fourni des détails très complets sur la faune de cette île.

» A l'égard des remarques touchant la distinction qu'il convient de faire entre les êtres fatalement attachés au sol où ils naissent et ceux qui sont pourvus de puissants moyens de locomotion, je n'ai pas attendu pour en proclamer la nécessité. L'Académie a pu juger, encore aujourd'hui, avec quels soins je m'attache à prendre pour signes caractéristiques les espèces incapables d'accomplir de longs voyages.

» Sous le rapport des formes de la vie, entre les îles Auckland et la Nouvelle-Zélande, les différences sont tout à fait de l'ordre de celles qu'on observe sur toute terre qui s'étend sous des latitudes où le climat change dans des proportions sensibles.

» Quant à la Perruche néo-zélandaise, on ne croira pas aisément que des bandes d'un Oiseau de ce type, partant de la Nouvelle-Zélande, aient franchi 200 à 300 lieues au-dessus de la mer pour venir multiplier sur l'affreux îlot de Macquarie. D'ailleurs quelques autres considérations viennent appuyer la croyance que Macquarie demeure un des vestiges de la *Terre australe* affaissée sous les eaux. A n'en pas douter, toutes les recherches que je réclame, et dont j'espère l'entreprise prochaine, apporteront une éclatante confirmation des faits qui nous sont déjà révélés par des preuves manifestes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines des matrices unitaires.* Note de M. SYLVESTER.

« Une matrice dont les termes sont tous des zéros, sauf toutefois les termes de la diagonale principale, qui ont des unités, constitue ce que je nomme une *matrice unitaire*.

» Je suppose une telle matrice (assujettie à la loi de multiplication donnée par la combinaison des substitutions linéaires) de l'ordre n. On peut demander quelle est la forme d'une autre matrice M du même ordre n, telle que la $i^{\text{ème}}$ puissance de M soit une matrice unitaire.

» J'ai donnée une solution de cette question dans ma précédente Note [1].

Cette solution n'exige que n conditions, qui doivent être remplies par n^2 éléments de M; mais, chose remarquable, ce n'est pas la solution la plus générale. Je vais à présent donner toutes les solutions dont la question est susceptible. Soient $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \ldots, \nu_k$ des nombres entiers et positifs quelconques dont la somme est n, et $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_k$ k quelconques des $i^{\text{èmes}}$ ra-

[1] *Comptes rendus*, p. 55 de ce Volume.

cines de l'unité. Soit M_λ la matrice M affectée de l'indice λ, c'est-à-dire modifiée par l'addition de $-\lambda$ à chacun des n termes de la diagonale.

» Considérons les systèmes de matrices mineurs de M, de l'ordre $n-\nu_1+1$, $n-\nu_2+1$, ..., $n-\nu_k+1$ respectivement; et prenons M tel que $\lambda-\rho$, $\lambda-\rho_2$, ..., $\lambda-\rho_k$ soient facteurs de chaque mineur du premier, du second, ..., du $k^{\text{ième}}$ de ces systèmes respectivement; alors M sera une racine $i^{\text{ème}}$ de la matrice unitaire de l'ordre n.

» Ainsi, pourvu que i soit égal ou supérieur à n, il y aura autant de *genres* de racines $i^{\text{èmes}}$ de cette matrice qu'il y a de partitions indéfinies de n.

» Le genre principal (*summum genus*) sera celui qui correspond à la partition de n en n unités, et le nombre de conditions exigées sera n.

» Le genre le plus bas (*infimum genus*) sera celui où n est laissé sans décomposition, et le nombre de conditions pour ce cas sera n^2.

» En général, à $n=\nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_k$ on aura une solution pour laquelle le nombre de conditions exigées sera $\nu_1^2+\nu_2^2+\ldots+\nu_k^2$, de sorte qu'il restera $2\Sigma\nu_1\nu_2$ constantes arbitraires dans M.

» Si i est moindre que n, quelques-uns des genres manqueront, mais il y en aura toujours quelques-uns qui resteront. Ainsi, par exemple, si $n=3$ et $i=2$, le *summum genus*, qui suppose l'existence de trois racines distinctes des racines quadratiques de l'unité, cesse nécessairement d'exister; mais on aura une valeur de M pour laquelle tous les mineurs premiers de M_λ contiendront le facteur $\lambda-1$, et une autre valeur de M (du même genre) pour laquelle tous ces déterminants contiendront le facteur $\lambda+1$.

» En effet, la matrice trouvée par M. Cayley, dans son Mémoire sur les matrices (*Philosophical Transactions*, 1858),

$$\begin{matrix} \dfrac{\alpha}{\alpha+\beta+\gamma}, & \dfrac{-(\beta+\gamma)}{\alpha+\beta+\gamma}\dfrac{\nu}{\mu}, & \dfrac{-(\beta+\gamma)}{\alpha+\beta+\gamma}\dfrac{\nu}{\mu}, \\ -\dfrac{(\gamma+\alpha)}{\alpha+\beta+\gamma}\dfrac{\mu}{\nu}, & \dfrac{\beta}{\alpha+\beta+\gamma}, & \dfrac{-(\gamma+\alpha)}{\alpha+\beta+\gamma}\dfrac{\lambda}{\mu}, \\ -\dfrac{\alpha+\beta}{\alpha+\beta+\gamma}\dfrac{\mu}{\nu}, & \dfrac{-(\alpha+\beta)}{\alpha+\beta+\gamma}\dfrac{\nu}{\lambda}, & \dfrac{\gamma}{\alpha+\beta+\gamma}, \end{matrix}$$

sera la matrice M, telle que chaque mineur de M_ρ contiendra $(\rho-1)$; de même chaque mineur de $(-M)_\rho$ contiendra $\rho+1$; on remarquera que 1 et -1 sont les racines carrées de l'unité, et l'on vérifiera aisément que

M^2 ou, ce qui revient au même, $\Phi(-M)^2$ ont tous les deux la forme

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Le genre *infime* de solution sera

$$M = \begin{vmatrix} p & 0 & 0 \\ 0 & q & 0 \\ 0 & 0 & r \end{vmatrix}$$

ou

$$p^2 = 1, \quad q^2 = 1, \quad r^2 = 1.$$

» Il y a une théorie analogue pour l'extraction des racines de la matrice *zéroïdale*, c'est-à-dire où tous les termes de la matrice sont des zéros, ce qui constitue encore un nouveau cas de porisme dans la théorie de l'extraction des racines des matrices.

» Je n'entrerai pas dans les détails de cette question : il suffit de l'indiquer par le cas le plus frappant; je dis que, si M est une matrice de l'ordre n telle que le déterminant de M_ρ soit de la forme ρ^n (ce qui n'exige que la satisfaction de n conditions entre les n^2 termes de M), M^n sera une matrice zéroïdale. Ainsi, par exemple,

$$\begin{vmatrix} a & a\frac{\lambda}{\mu} \\ -a\frac{\mu}{\lambda} & -a \end{vmatrix}^2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

De même, comme solution particulière du cas de $n = 3$, on trouve que si $1, \rho, \rho^2$ sont les trois racines de l'unité,

$$\begin{vmatrix} (\rho-\rho^2)(c-b) & \frac{\mu}{\lambda}(a+\rho b+\rho^2 c) & -\frac{\nu}{\mu}(a+\rho^2 b+\rho c) \\ -\frac{\lambda}{\mu}(a+\rho^2 b+\rho c) & (\rho-\rho^2)(a-c) & \frac{\nu}{\mu}(a+\rho b+\rho^2 c) \\ \frac{\lambda}{\mu}(a+\rho b+\rho^2 c) & -\frac{\mu}{\nu}(a+\rho^2 b+\rho c) & (\rho-\rho^2)(b-a) \end{vmatrix}^3 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

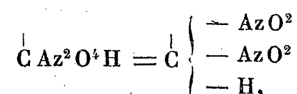
» Je terminerai en ajoutant que j'ai déjà établi une théorie fonctionnelle générale des matrices, et que je ne regarde plus celles-ci comme des

schemata d'éléments, mais comme des communautés, ou, si l'on veut, comme des quantités complexes.

» Cette théorie n'est pas même bornée au cas de matrices simples. On peut faire subir à des lois générales d'Analyse les quantités complexes où chaque terme d'un complexe de l'ordre m est lui-même un complexe de l'ordre m', et chaque élément de ces nouveaux complexes encore un complexe de l'ordre m'', etc., de sorte qu'on a des complexes de rangs successifs qu'on peut prolonger indéfiniment. »

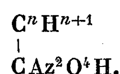
CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les acides nitrogénés dérivés des acétones*. Second Mémoire de M. G. **Chancel**.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai fait connaître la nature des acides nitrogénés qui prennent naissance par l'action de l'acide nitrique sur diverses acétones. J'ai démontré, notamment, que la propione et la butyrone donnent, dans ces circonstances, le premier de l'acide éthylnitreux, $CH^3\text{-}CAz^2O^4H$, et le second de l'acide propylnitreux, $C^2H^5\text{-}CAz^2O^4H$, et que ces deux composés sont respectivement identiques avec le dinitroéthane et le dinitropropane, dont M. ter Meer a fait la synthèse par les méthodes de M. Victor Meyer. La caractéristique de tous ces acides nitrogénés est le groupe univalent



$$\overset{|}{C}Az^2O^4H = \overset{|}{C}\begin{cases} -AzO^2 \\ -AzO^2 \\ -H, \end{cases}$$

dont la saturation est complétée soit par un atome d'hydrogène (acide méthylnitreux), soit par un radical alcoolique quelconque ; la formule générale des *acides alkylnitreux* est donc

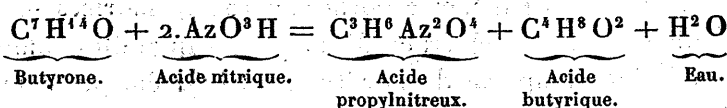


$$\begin{array}{c} C^nH^{n+1} \\ | \\ CAz^2O^4H. \end{array}$$

» Par l'action des agents de réduction, le groupe CAz^2O^4H se transforme en ammoniaque, hydroxylamine et en COOH, caractéristique des acides organiques, et donne par suite l'acide correspondant $C^nH^{n+1}\text{-}COOH$. C'est ainsi que l'acide éthylnitreux se convertit en acide acétique et l'acide propylnitreux en acide propionique. Il est facile de mettre en équation la

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1405.

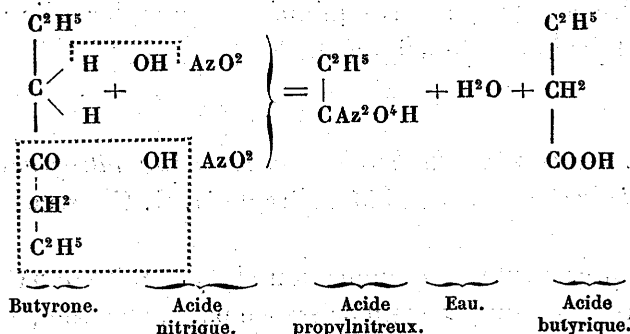
formation des acides alkylnitreux par l'action de l'acide nitrique sur les acétones; si l'on prend la butyrone comme exemple, on a



$$C^7H^{14}O + 2.AzO^3H = C^3H^6Az^2O^4 + C^4H^8O^2 + H^2O$$

Butyrone. Acide nitrique. Acide propylnitreux. Acide butyrique. Eau.

ou, en développant,



» Toutefois, la réaction est en réalité bien plus complexe. Si elle s'exerçait uniquement dans le sens indiqué par l'équation précédente, il ne devrait se former ni bioxyde ni peroxyde d'azote. L'expérience démontre au contraire qu'il s'en dégage toujours beaucoup. Cela tient à ce que d'autres transformations, qu'il n'est pas possible d'éviter, se produisent simultanément. Indépendamment de l'action spéciale dont il vient d'être question, l'acide nitrique agit à la fois sur la butyrone, comme oxydant, et sur l'acide alkylnitreux qui vient de prendre naissance, et qu'il dédouble en acide propionique et en bioxyde d'azote. Aussi, l'acide butyrique est-il toujours mélangé à des quantités plus ou moins considérables d'acide propionique, ce qui est d'ailleurs conforme à la règle posée par M. Popoff. Néanmoins, le rendement est encore satisfaisant, puisque, dans une opération bien conduite, la butyrone donne le tiers de son poids de propylnitrite de potassium.

» La formation des acides alkylnitreux, dans les conditions que je viens de rappeler, est générale et caractérise d'une façon fort nette tout composé appartenant à la classe des acétones. C'est ce que démontrent mes nouvelles recherches; elles se rapportent aux acides nitrogénés dérivés de la caprone, du méthylœnanthol, de l'isovalérone et de l'isobutyrone.

» *Acide amylnitreux*, $C^4H^9-CAz^2O^4H$. — L'acide pentyl ou amylnitreux s'obtient par l'action de l'acide nitrique sur la caprone normale,



$$C^5H^{11}-CO-C^5H^{11}.$$

La caprone dont je me suis servi a été obtenue par la distillation sèche d'un

caproate de calcium, préparé avec l'acide caproïque de fermentation. Le produit brut a été fractionné. La partie la plus volatile, passant avant 175°, a été mise de côté; le reste, traité par l'acide nitrique, a donné l'acide amylnitreux. Cet acide s'obtient à l'état de pureté en décomposant son sel de potassium par l'acide chlorhydrique. C'est un liquide incolore, oléagineux, plus dense que l'eau. Les agents de réduction le transforment en acide valérique normal.

» L'*amylnitrite de potassium*, $C^4H^9-CAz^2O^4K$, se présente sous la forme de magnifiques paillettes, d'un beau jaune, d'un aspect gras, qui sont difficilement mouillées par l'eau. Sa solution aqueuse, saturée à chaud, subit souvent la sursaturation après le refroidissement, mais elle cristallise immédiatement quand on y projette un petit cristal du sel.

» L'*amylnitrite d'argent*, $C^4H^9-CAz^2O^4Ag$, ressemble au sel de potassium, mais il est moins soluble. La lumière ne l'altère pas sensiblement.

» *Acide butylnitreux*, $C^3H^7-CAz^2O^4H$. — Cet acide a été obtenu par l'action de l'acide nitrique sur la portion la plus volatile de la caprone brute, à savoir, celle qui passe à la distillation avant 175°. L'acide pur, tel que le donne son sel de potassium décomposé par l'acide chlorhydrique, est un liquide incolore, plus dense que l'eau, que les agents de réduction transforment en acide butyrique normal.

» Le *butylnitrite de potassium*, $C^3H^7-CAz^2O^4K$, cristallise en prismes jaunes et se distingue par là de l'amylnitrite, qui se dépose toujours en lamelles.

» Le *butylnitrite d'argent*, $C^3H^7-CAz^2O^4Ag$, cristallise facilement, en abandonnant au refroidissement sa solution aqueuse saturée à chaud.

» La formation de l'acide butylnitreux dans les circonstances indiquées ci-dessus implique la présence de l'acide valérique normal dans l'acide caproïque de fermentation. M. Albert Fitz a démontré récemment que, dans certaines circonstances, la fermentation du lactate de calcium donne de l'acide orthovalérique ([1]). L'observation que je rapporte semble indiquer que ce dernier acide est souvent associé à l'acide caproïque de fermentation ([2]).

» *Acide hexylnitreux*, $C^5H^{11}-CAz^2O^4H$. — Ce dérivé se forme par l'action de l'acide nitrique sur le méthylœnanthol ou hexylméthylacétone, $C^6H^{13}-CO-CH^3$; il se produit en même temps de l'acide caproïque et de

---

([1]) ALBERT FITZ, *Deutsche chemische Gesellschaft*, 1880, t. XIII, p. 1309 et 2196.

([2]) L'acide caproïque qui a servi à ces recherches m'a été fourni par M. Kahlbaum, de Berlin. Du reste, celui que j'ai préparé moi-même par fermentation m'a conduit aux mêmes résultats.

l'acide acétique. M. Schorlemmer (1) a démontré que l'alcool caprylique, $C^8H^{18}O$, que M. Bouis a obtenu par l'action de la potasse caustique sur l'huile de ricin, est un alcool secondaire, qu'une oxydation ménagée transforme en hexylméthylacétone. C'est ainsi que j'ai préparé cette acétone mixte ; la réaction est fort nette et le rendement est très satisfaisant.

» Le méthylœnanthol, traité comme les acétones dont il a été question plus haut, donne facilement l'hexylnitrite de potassium. En décomposant ce sel par l'acide chlorhydrique, on obtient l'acide hexylnitreux pur sous la forme d'un liquide oléagineux incolore, plus dense que l'eau. Les agents de réduction le convertissent en acide caproïque normal.

Le sel de potassium.......... $C^5H^{11}-CAz^2O^4K$
Le sel d'argent............... $C^5H^{11}-CAz^2O^4Ag$

sont peu solubles dans l'eau froide et cristallisent en lamelles d'un beau jaune de leurs solutions saturées à chaud.

» La formation de l'acide hexylnitreux par le méthylœnanthol est une nouvelle preuve que, dans le traitement d'une acétone mixte par l'acide nitrique, les groupes nitreux se fixent sur le radical alcoolique le plus élevé.

» Les résultats qui précèdent établissent nettement que, en soumettant à l'action de l'acide nitrique l'acétone d'un acide normal quelconque, on peut prévoir avec certitude la nature de l'acide nitrogéné qui prendra naissance. Mais, s'il en est toujours ainsi pour les acides normaux, la réaction est tout autre avec leurs isomères. L'équation donnée au commencement de ce Mémoire montre que, pour qu'une acétone, $C^nH^{2n+1}-CO-C^nH^{2n+1}$, puisse conduire à un acide alkylnitreux contenant C^n, il est nécessaire que l'atome de carbone directement en relation avec le carbonyle de l'acétone ou avec le carboxyle de l'acide soit uni à 2^{at} d'hydrogène. Or il n'y a que les dérivés primaires de l'acide acétique qui remplissent cette condition. Aussi, tandis que la valérone de l'acide orthovalérique donne l'acide butylnitreux $C^4H^7Az^2O^4H$, l'*isovalérone* fournie par l'acide valérique ordinaire (obtenu par l'oxydation de l'alcool amylique de fermentation) conduit à l'acide éthylnitreux, $C^2H^3Az^2O^4H$. L'*isobutyrone*, provenant de la distillation sèche de l'isobutyrate de calcium, se comporte d'une façon analogue.

» Les conclusions suivantes se déduisent des faits exposés dans ce travail.

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXLVII, p. 222, et t. CLII, p. 155.

» 1° L'acétone d'un acide normal donne un dérivé nitrogéné que les agents de réduction transforment en l'homologue immédiatement inférieur de l'acide générateur de l'acétone. Au contraire, plusieurs degrés sont toujours franchis avec les acétones des acides isomères de l'acide normal.

» 2° La formation de ces acides nitrogénés est une réaction caractéristique des acétones;

» 3° Elle permet aussi de distinguer les alcools primaires d'avec les alcools secondaires ou tertiaires.

» 4° Dans certains cas, elle est susceptible de donner des indications précises sur la constitution intime des acides et des alcools.

» Dans une prochaine Communication, j'exposerai la suite de ces recherches et j'entrerai dans de nouveaux détails sur les composés que je viens de faire connaître. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les divers états nerveux déterminés par l'hypnotisation chez les hystériques;* par M. **J.-M. Charcot.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« L'hypnotisme, considéré dans son type de parfait développement, tel qu'il se présente fréquemment chez les femmes atteintes d'hystéro-épilepsie à crises mixtes, comprend plusieurs états nerveux, dont chacun se distingue par une symptomatologie particulière. D'après mes observations, ces états nerveux sont au nombre de trois, à savoir : 1° l'*état cataleptique*, 2° l'*état léthargique*, 3° l'*état somnambulique*.

» Chacun de ces états peut se présenter primitivement et persister isolément : ils peuvent aussi, dans le cours d'une même observation, chez le même sujet, être produits successivement dans tel ou tel ordre, au gré de l'observateur.

» 1° *De l'état cataleptique*. — Cet état peut se manifester primitivement sous l'influence d'un bruit intense, d'une lumière vive placée sous le regard, en conséquence de la fixation prolongée des yeux sur un objet quelconque. Il se développe consécutivement à l'état léthargique, lorsque les yeux, clos jusque-là, sont mis à découvert par l'élévation des paupières.

» Le sujet cataleptisé a les yeux ouverts, le regard fixe; il reste immobile, comme pétrifié. Les membres gardent, pendant un temps relativement

fort long, les attitudes variées qu'on leur imprime. Lorsqu'on les déplace, ils donnent la sensation d'une grande légèreté, et les articulations ne font éprouver aucune résistance; la *flexibilitas cerea* n'appartient pas à l'état cataleptique. Les réflexes tendineux sont abolis ou très affaiblis; le phénomène de l'hyperexcitabilité neuro-musculaire, dont il s'agira plus loin, fait complètement défaut. Les tracés pneumographiques accusent de longues pauses respiratoires, représentées par des lignes horizontales, qu'interrompent, de loin en loin, des dépressions peu profondes.

» La persistance fréquente de l'activité sensorielle permet souvent d'impressionner le sujet cataleptique par suggestion et de susciter chez lui des impulsions automatiques variées.

» 2° *De l'état léthargique.* — Il se développe chez un sujet cataleptisé, lorsqu'on détermine chez lui l'occlusion des deux yeux, ou lorsqu'on le place dans l'obscurité. Il peut se manifester primitivement sous l'influence de la fixation du regard.

» Dans cet état, les yeux sont clos, les globes oculaires convulsés. Le corps est affaissé, les membres sont flasques et pendants. Les mouvements respiratoires, étudiés à l'aide du pneumographe, se montrent profonds et précipités, d'ailleurs assez réguliers.

» Les réflexes tendineux sont toujours remarquablement exaltés. Dans tous les cas, on constate l'existence du phénomène que j'ai proposé de désigner sous le nom d'*hyperexcitabilité neuro-musculaire,* et qui consiste dans l'aptitude que présentent les muscles à entrer en contracture sous l'influence d'une excitation mécanique portée sur le tendon, sur le muscle lui-même, ou sur le nerf dont il est tributaire. Tant que dure l'état léthargique, on fait céder rapidement la contracture ainsi produite, en portant l'excitation sur les antagonistes des muscles contracturés. Les excitations limitées au tégument externe ne produisent pas les contractures dont il s'agit.

» Dans l'état léthargique, les tentatives faites pour impressionner le sujet par voie d'intimation ou de suggestion restent en général sans effet.

» 3° *Etat somnambulique.* — Il peut être déterminé directement par la fixation du regard, ou en conséquence d'une excitation sensorielle faible, répétée et monotone. On le produit chez les individus plongés, soit dans l'état léthargique, soit dans l'état cataleptique, en exerçant sur le vertex une friction légère.

» Le sujet, dans cet état, a les yeux clos ou demi-clos. Abandonné à lui-même, il paraît engourdi plutôt qu'endormi. La résolution des membres n'est jamais très prononcée. Les réflexes tendineux sont normaux. L'hyper-

excitabilité neuro-musculaire, décrite plus haut, n'existe à aucun degré. Par contre, certaines excitations cutanées légères, promenées à la surface d'un membre, développent dans ce membre un état de rigidité qui diffère de la contracture liée à l'hyperexcitabilité neuro-musculaire, en ce qu'elle ne cède point, comme celle-ci, à l'excitation mécanique des muscles antagonistes, tandis qu'elle cède rapidement sous l'influence des excitations cutanées faibles qui l'ont fait naître.

» Il y a habituellement, dans cet état, exaltation de certains modes encore peu étudiés de la sensibilité cutanée, du sens musculaire et de quelques-uns des sens spéciaux. Il est, en général, facile de provoquer chez le sujet, par voie d'injonction, les actes automatiques les plus compliqués et les plus variés.

» Lorsque chez lui on exerce une légère compression des globes oculaires, l'état léthargique remplace l'état somnambulique; si, au contraire, relevant les paupières, on maintient, dans un lieu éclairé, l'œil ouvert, l'état cataleptique ne se produit pas. La relation est donc plus directe, entre l'état léthargique et l'état somnambulique, qu'elle ne l'est entre celui-ci et l'état cataleptique.

» J'ai négligé à dessein, dans l'exposé qui précède, de considérer les formes frustes ou irrégulières de l'hypnotisme. Je me propose d'examiner ces formes en particulier dans un autre travail. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une eau thermale jaillissante, obtenue dans la plaine du Forez.* Extrait d'une Lettre de M. Fr. Laur à M. le Secrétaire perpétuel.

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie, Daubrée, Friedel, Fouqué.)

« Dans un sondage opéré au milieu de la grande plaine du Forez, nous avons atteint, à la profondeur de 502^m, une nappe jaillissante donnant lieu, à des intervalles irréguliers, à des éruptions de gaz carbonique, qui projettent à 26^m de hauteur la colonne d'eau chaude pendant une durée régulière de vingt minutes. Cet écoulement énorme a lieu par un tuyau vertical allant au fond et dont le diamètre n'est pas moindre que $0^m,21$.

» Ces jaillissements sont accompagnés d'une série de phénomènes de changement des niveaux d'eau. Nous sommes parvenu à provoquer les

jaillissements à heure dite, par une simple mise en charge de la nappe, suivie d'une dépression brusque, ou par des obturations des espaces annulaires.

» Étant sur le point de bétonner notre forage, pour capter les eaux thermales, qui sont à 45° au fond et à 29° à la surface, nous avons pensé qu'il convenait de prévenir l'Académie des Sciences, afin qu'on pût, si elle le jugeait utile, étudier le phénomène que nous allons supprimer.... »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du bitume de Judée pour combattre les maladies de la vigne.* Extrait d'une Lettre de M. A. ABRIC.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Il y a environ un an, le Ministère des Affaires étrangères adressait au Consulat de Jérusalem une demande d'informations, relative aux procédés employés par les vignerons de la Palestine, pour préserver ou guérir leurs vignes des maladies dont elles peuvent être affectées ; il signalait en même temps la bibliothèque du couvent grec de Mar-Saba, comme pouvant contenir des indications précieuses à ce sujet; mais les recherches qui furent faites dans ce sens ne donnèrent malheureusement aucun résultat.

» Or, je viens de trouver, dans la *Relation du voyage de Nassiri-Khosran en Syrie, en Palestine*, etc., etc. ([1]), les deux passages suivants, qui me paraissent ne pas être dénués d'intérêt, en l'espèce, et qui pourraient même renfermer la solution désirée : l'expérience en décidera.

« 1° On m'a raconté que, du fond de cette mer de Louth, se détache une substance qui affecte la forme d'un bœuf. Sa couleur est noire, et elle ressemble à la pierre sans en avoir la dureté. On la recueille, on la casse et on l'exporte dans les villes et dans les provinces. On prétend que, *lorsque l'on en enfouit un morceau au pied d'un arbre, celui-ci est préservé des vers, sans que ses racines éprouvent le moindre dommage : on est ainsi assuré que les plantations n'auront à souffrir ni* DES VERS, *ni* DES INSECTES *qui vivent sous terre.* » (P. 57.)

» Les mots *vers* et *insectes* n'ont sans doute pas beaucoup de précision dans le texte persan, et on peut les traduire par *animalcules*.

» 2° *Note de la page* 57. — « Un auteur moderne, le cheik Aldoul Ghany-el-Nabloussy, nous a laissé la relation d'un voyage qu'il fit en 1101 (1689) de Damas à Jérusalem et à Hébron. Il visita les bords de la mer Morte : « Cette mer, dit-il, est l'objet de récits merveilleux... J'en ai consigné quelques-uns dans mon ouvrage qui a pour titre : *les His-*

([1]) Ouvrage publié, traduit et annoté par Charles Schefer (chez Ernest Leroux, 28, rue Bonaparte, Paris).

» *toires du temps concernant les dynasties passées et les rois disparus.* J'y ai parlé des pierres » qui sont rejetées par cette mer : elles ont la forme d'un melon d'eau, et sont de deux » espèces. On les appelle *pierres des Juifs*... Cette mer produit aussi la substance » nommée *Hammar:* c'est le seul endroit du monde où on la trouve. Les gens du pays nous » racontèrent que, pendant l'hiver, on entend s'élever de la mer des bruits violents et des » grondements qui ressemblent à ceux du tonnerre. Ce phénomène leur apprend que des » éclats se sont produits dans la couche de bitume et que des morceaux en ont été rejetés » hors de l'eau. Ils se rendent alors sur le rivage pour les recueillir. Ce bitume porte le » nom de *Qafr el Yehoud.* »

» L'iman, l'habile médecin, le cheikh Youssouf, fils d'Ismayl, fils d'Élias, originaire de Rhoy, plus connu sous le nom d'El Koutouby el-Bagdady, dit, dans son ouvrage intitulé » *Matières qu'un médecin ne peut ignorer :* ... « que le bitume est de deux espèces : l'une » est recueillie sur le rivage où elle est apportée par les flots, l'autre provient des fouilles » que l'on fait non loin du bord. On débarrasse cette dernière espèce, au moyen du feu et » de l'eau chaude, du gravier et de la terre qui y est mêlée, comme on sépare la cire du » miel. Ainsi purifié, ce bitume a une couleur foncée et des reflets brillants, et son odeur » se rapproche de celle du goudron de l'Iray. Quant à celui qui est rejeté par la mer, il est » pesant et dur. On le falsifie en le mêlant avec de la poix... Celui que l'on extrait de la » terre est de meilleure qualité que celui que l'on ramasse sur le sol... Ces deux espèces » sont chaudes et sèches au troisième degré. *Les habitants du pays les adoucissent en y* » *mêlant de l'huile, et ils en frottent les vignes pour les préserver des ravages des vers...* » Cette substance les détruit partout où ils se trouvent, même dans les puits et les citernes, » ainsi que les vermisseaux qui se rencontrent dans l'eau. »

» Il convient d'ajouter que le département des Affaires étrangères se préoccupait alors de chercher un moyen de combattre le Phylloxera, et qu'un avis du Ministère du Commerce lui avait appris que, d'après certains savants, le Phylloxera aurait existé au moyen âge en Palestine, et qu'on était parvenu à enrayer sa marche et même à le faire disparaître.

» Si le procédé décrit dans la Note ci-dessus est efficace, il sera éminemment pratique, car le bitume abonde aux alentours de la mer Morte sous les deux formes susmentionnées, et il était employé en lotions, ce qui permet de préserver un grand nombre de ceps avec une quantité relativement minime de ce produit.

» Si l'on croyait que quelques expériences dussent être faites, on trouverait facilement du bitume à Paris, où il est, je crois, employé dans la fabrication d'une certaine couleur.

» *P.-S.* — Je crois me rappeler que les paysans de la Palestine coupent la vigne malade au ras de terre, et l'enduisent de bitume, de poix ou de goudron. »

M. **Dumas** rappelle, à cette occasion, que l'Académie a reçu, par les

soins du Consul de France à Jérusalem, et par l'entremise de notre confrère M. de Lesseps, un petit baril de bitume de Judée recueilli sur les bords de la mer Morte. Son analyse, effectuée au laboratoire de l'École Centrale, fera l'objet d'une Communication prochaine et justifiera, dans une certaine mesure, la confiance que les habitants de la Palestine témoignaient pour son emploi comme insecticide. »

M. H. Servais, M. L. Mouline, M. A. Baquet adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. G. Cabanellas adresse, par l'entremise de M. Cornu, une Note intitulée : « Transport d'une puissance à distance définie; valeurs et limites de rendement et d'allure ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu.)

M. E. Pérard soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Note au sujet du problème de la composition des couleurs ».

(Commissaires : MM. Jamin, Fizeau, Cornu.)

M. S. Personne soumet au jugement de l'Académie une horloge électrique, dans laquelle il est parvenu : 1° à employer un courant électrique comme moteur de l'horloge; 2° à ne dépenser que l'électricité exactement nécessaire pour entretenir le mouvement du pendule.

(Commissaires : MM. Edmond Becquerel, Phillips, Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume portant pour titre : « La lumière électrique; son histoire, sa production, son emploi » ; par MM. *Em. Alglave* et *J. Boulard*;

2° Un Ouvrage de M. *E. Duclaux*, intitulé : « Ferments et maladies » ;

3° Le Volume contenant le « Compte rendu de la neuvième session tenue à Reims, par l'Association française pour l'avancement des Sciences ». (Présenté par M. Wurtz.)

MM. **Sébert**, **Brault**, **Clément**, **A. Favre**, **P. Hautefeuille**, **L. Olivier**, **A. Dastre**, **A. d'Arsonval**, **Fontannes**, **Bouilliet**, **G. Planté**, **Gayon**, **H. Lemonnier**, **Bescherelle**, **G. Sire**, **Armengaud**, **Bérenger-Féraud** adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet, dans la dernière séance publique.

Mme **H. Sainte-Claire Deville** adresse l'expression de sa profonde gratitude, pour la distinction dont l'Académie a honoré la mémoire de son mari, en décernant le prix Jean Reynaud à ses travaux sur la dissociation.

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (221) *Palisa et* (222) *Palisa, faites à l'Observatoire de Paris;* par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Planète — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Planète — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
				h m		′ ″	
(221)	Fév. 10.	*a*	9	— 0.12,51	$\bar{1}$,375*n*	— 4.59,3	0,732
	12.	*b*	9	— 0.41,12	$\bar{2}$,653*n*	+ 5.48,8	0,706
(222)	Fév. 10.	*c*	9,5	+ 0.19,94	$\bar{2}$,791*n*	— 1.19,8	0,712
	15.	*d*	9,5	— 2.21,78	$\bar{2}$,847*n*	+ 4.47,6	0,714

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Fév. 10...	*a*, 2196 B. D. + 13°..	9.56.51,34	+ 2,72	+ 13.24.59,7	— 16,7
12...	*b*, 19589 Lalande.....	9.55.45,85	+ 2,73	+ 13.28. 7,4	— 16,6
10...	*c*, 3181 Rumker......	10.19.18,85	+ 2,68	+ 13.34.37,7	— 17,1

Positions apparentes des planètes.

	Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
(221)	Fév. 10...	10. 9.41	9.56.41,55	+ 13.19.43,7	20 : 20	Rumker
	12...	11.53.37	9.55. 7,46	13.33.39,6	21 : 20	Obs. mér. Paris
(222)	Fév. 10...	12.20.19	10.19.41,47	13.33. 0,8	20 : 20	Rumker

» La planète (221) est de 12e grandeur; (222) est de 13e. »

ASTRONOMIE. — *Sur le compagnon de l'étoile γ d'Andromède et sur un nouveau mode de réglage d'un équatorial.* Note de M. Ch. André.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie de quelques observations faites avec un équatorial de 6 pouces, récemment installé par MM. Brunner à l'Observatoire de Lyon, en vue de déterminer les qualités optiques de son objectif.

» Les images qu'il donne des étoiles sont parfaitement rondes et entourées, pour les troisièmes grandeurs, de deux premiers anneaux de diffraction : de plus, avec un grossissement de 200 fois, il dédouble nettement le compagnon de γ d'Andromède, dédoublement que l'on regarde généralement comme un *test* pour les objectifs de 8 pouces et qui, à ma connaissance du moins, n'a encore été obtenu qu'*une fois* avec une ouverture de 6 pouces, au moyen d'un miroir argenté de With.

» Les deux étoiles du compagnon sont de 8e et de 11e-12e grandeur, et leur distance pourrait être mesurée, quoique cependant avec beaucoup de peine. Il en est autrement si l'on emploie l'écran en réseaux dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois l'Académie; cette distance peut alors être appréciée avec certitude; elle a été trouvée égale à 0",65. J'ajouterai qu'avec cet écran on voit trois anneaux de diffraction autour de la plus belle (3e grandeur) des trois étoiles du groupe.

» En raison des qualités de cet objectif, j'ai l'intention de le faire servir à des mesures d'étoiles doubles. Je crois d'ailleurs devoir faire connaître le procédé d'installation qu'a employé M. E. Brunner pour cet équatorial et qui permet d'effectuer la mise en place complète d'un de ces instruments sans recourir aux étoiles, toutes les fois qu'on dispose d'une mire méridienne suffisamment éloignée.

» C'est qu'en effet, excepté l'orientation de l'instrument, qui est une opération astronomique, toutes les autres conditions à remplir sont d'ordre purement physique et peuvent être réalisées par les procédés qu'emploient d'ordinaire les physiciens.

» Ces conditions sont les suivantes :

» 1° L'axe horaire doit être perpendiculaire à l'axe de déclinaison, et le cercle horaire marquer 0^h lorsque ce dernier est horizontal.

» 2° L'axe horaire doit faire avec l'horizon un angle égal à la latitude du lieu et le cercle de déclinaison marquer 0° lorsque l'axe optique de la lunette est parallèle à l'axe horaire.

» Pour les réaliser, on se sert, d'une part, d'un niveau à bulle d'air convenablement monté et réglé, d'autre part d'un bain de mercure et d'un oculaire nadiral.

» Le niveau à bulle d'air se place sur un cylindre C bien calibré extérieurement, fixé au tube de la lunette, à peu près dans le prolongement de l'axe de déclinaison, et muni d'une vis de rectification sensiblement perpendiculaire à cet axe.

» L'axe de déclinaison étant sensiblement horizontal et la lunette sensiblement verticale, on place le niveau sur le cylindre C, et, en déplaçant un peu la lunette et l'axe, on amène la bulle à être en ses repères. On fait alors tourner la lunette exactement de 180° autour de l'axe de déclinaison et, après avoir replacé le niveau en C, on fait revenir la bulle entre ses repères, en agissant à la fois sur la vis de rectification du cylindre C et sur la vis tangente qui commande l'axe horaire. Après quelques tâtonnements de ce genre, la bulle du niveau se maintient entre ses repères dans les deux positions de la lunette, et l'axe de déclinaison est horizontal dans sa position actuelle.

» On fait alors tourner l'axe horaire de 12^h, et on replace la lunette sensiblement verticale ; on amène ensuite la bulle du niveau entre ses repères en agissant à la fois sur les boulons de l'axe de déclinaison et sur la vis tangente qui commande l'axe horaire. Après quelques tâtonnements de ce genre, la bulle du niveau restera entre ses repères dans toutes les positions données à la lunette et à l'axe. On déplacera alors les verniers du cercle horaire jusqu'à faire marquer 0^h à l'un d'eux dans l'une des deux positions de l'axe de déclinaison. La première condition dont nous avons parlé est alors remplie.

» Pour réaliser la seconde, on s'appuie sur cette remarque que, si l'on a fait deux observations de nadir, le cercle horaire étant d'abord à 0^h, puis à 12^h, la différence des deux lectures faites sur le cercle de déclinaison est égale au double de l'angle aigu que fait l'axe horaire avec la verticale du lieu. L'inclinaison de l'axe sur l'horizon sera donc convenable, lorsque cette différence sera égale au double de la colatitude du lieu; les vis calantes du pied permettent d'obtenir ce résultat. On déplacera alors les verniers du cercle de déclinaison jusqu'à faire marquer à l'un d'eux, lorsque la lunette est pointée sur le nadir, soit la latitude, soit la colatitude du lieu, suivant le mode de chiffraison du cercle et la signification que l'on veut donner aux lectures.

» L'instrument est alors réglé physiquement, et il ne reste plus qu'à l'orienter. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution, dans le plan, des racines d'une équation algébrique dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.* Note de M. LAGUERRE, présentée par M. Hermite.

« 1. Il est important, dans un grand nombre de questions, de déterminer, au moins approximativement, dans quelle région du plan sont situées les racines d'une équation algébrique. La méthode suivante peut être employée utilement dans un grand nombre de cas, et notamment quand le premier membre de l'équation satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.

» Elle repose sur la proposition suivante, qui résulte immédiatement des théorèmes que j'ai donnés dans mes *Notes sur la résolution des équations numériques*.

» Soit $f(x)$ un polynôme du degré n, et

$$X = x - \frac{2(n-1)f'(x)}{f''(x)};$$

supposons que l'une des racines de l'équation

$$(1) \qquad f(x) = 0$$

soit $\xi + \eta i$, et désignons par M l'affixe de cette quantité; désignons de même par M' l'affixe de la quantité X quand on y fait $x = \xi + \eta i$. Cela posé, si par M on fait passer un cercle (ou une droite) tel que l'une des régions du plan déterminées par ce cercle ne contienne aucune racine de l'équation (1), le point M' est nécessairement dans l'autre région.

» Pour montrer, par un exemple simple, l'usage que l'on peut faire de cette proposition, je considérerai le polynôme, de degré n, $f(x)$ qui satisfait à l'équation du second ordre

$$xf''(x) - (x + 2n)f'(x) + nf(x) = 0,$$

et qui est le dénominateur de la réduite de degré n de e^x.

» En vertu de cette équation différentielle, pour toute racine de l'équation (1),

$$f(x) = 0,$$

on a

$$X = \frac{x(x+2)}{2n+x}.$$

» Si $x = \xi + \eta i$ est la racine de l'équation (1), dont le module est le plus petit, on aura, par suite de la proposition énoncée ci-dessus,

$$\text{mod}\,\frac{x(x+2)}{2n+x} > \text{mod}\,x,$$

d'où $\xi < -(n+1)$ et, *a fortiori*, $\text{mod}(x) > n+1$.

» On en conclut que le module d'une racine quelconque est plus grand que $n+1$.

» 2. En désignant par m une quantité réelle quelconque, considérons toutes les droites parallèles à la droite qui a pour équation $my + x = 0$. Supposons que cette droite se meuve parallèlement à elle-même, le point où elle rencontre l'axe des x se déplaçant toujours dans le même sens vers l'extrémité positive de cet axe.

» Soit $x = \xi + \eta i$ la première des racines de l'équation (1) qu'elle rencontre pendant ce déplacement. Il est clair que toutes les autres racines sont situées d'un même côté de cette droite et dans la région qui ne contient pas le point $x = -\infty$. Il en résulte que si, pour cette valeur de x, on pose

$$X = \xi_0 + \eta_0 i,$$

on a

$$m(\eta_0 - \eta) + (\xi_0 - \xi) > 0.$$

Un calcul facile donne

$$\xi_0 - \xi = -2(n-1)\frac{\xi^2 + \eta^2 + 2n\xi}{(\xi+2n)^2 + \eta^2}, \quad \eta_0 - \eta = -2(n-1)\frac{2n\eta}{(\xi+2n)^2+\eta^2},$$

d'où

$$\xi^2 + \eta^2 + 2n\xi + 2mn\eta < 0.$$

» Construisons le point A dont les coordonnées sont $x = -2n$ et $y = 0$; on voit que l'équation $x^2 + y^2 + 2n(x + my) = 0$ est celle d'un cercle passant par le point A et l'origine des coordonnées; la tangente à l'origine est d'ailleurs la droite $x + my = 0$.

» D'où la conclusion suivante : Tout cercle passant par les points O et A renferme au moins une racine de l'équation; si, par les divers points racines de l'équation contenus dans ce cercle, on mène des perpendiculaires au diamètre passant par l'origine O, et si l'on considère celle de ces droites qui est la plus éloignée du point O, toutes les racines sont situées d'un même côté de cette droite et dans la région du plan qui contient le point O.

» Soit ω le point diamétralement opposé à O sur ce cercle; ce point est situé sur la droite AA' élevée perpendiculairement en A à l'axe des x; si l'on mène par ω une droite perpendiculaire à $O\omega$, toutes les racines seront *a fortiori* situées d'un même côté de cette droite; elles sont donc situées dans l'intérieur de la courbe enveloppée par cette droite lorsqu'on fait varier le rayon du cercle, courbe qui n'est autre que la parabole P ayant O pour foyer et AA' pour tangente au sommet.

» On peut encore limiter davantage la portion du plan qui contient les racines. Ce sera, si l'Académie veut bien me le permettre, l'objet d'une nouvelle Note, dans laquelle je communiquerai également les résultats auxquels on parvient en appliquant la méthode précédente aux polynômes hypergéométriques $F(-n, \beta, \gamma, x)$, qui satisfont à l'équation différentielle du second ordre

$$x(1-x)\frac{d^2y}{dx^2}+[\gamma+(n-\beta-1)x]\frac{dy}{dx}+n\beta.y=0. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable;* par M. G. MITTAG-LEFFLER. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je suppose données :

» 1° Une suite infinie de valeurs $a_1, a_2, a_3, \ldots$, toutes inégales et assujetties à la condition

$$\lim_{\nu=\infty} a_\nu = \infty;$$

» 2° Une suite infinie de fractions entières, rationnelles ou transcendantes de la variable y, s'annulant toutes pour $y=0$:

$$\begin{array}{l} G_1(y)=c_1^{(1)}y+c_2^{(1)}y^2+c_3^{(1)}y^3+\ldots, \\ G_2(y)=c_1^{(2)}y+c_2^{(2)}y^2+c_3^{(2)}y^3+\ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ G_\nu(y)=c_1^{(\nu)}y+c_2^{(\nu)}y^2+c_3^{(\nu)}y^3+\ldots. \end{array}$$

Il est alors toujours possible de former une fonction analytique $F(x)$, n'ayant d'autres points singuliers que $a_1, a_2, a_3, \ldots$, et telle que, pour chaque valeur déterminée de ν, la différence

$$F(x)-G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)$$

ait, en supposant $x = a_\nu$, une valeur finie et déterminée, de telle sorte que, dans le voisinage de $x = a_\nu$, $F(x)$ puisse s'exprimer sous la forme

$$G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) + \mathfrak{P}(x-a_\nu).$$

» En supposant toutes les fonctions $G_1(y), G_2(y), \ldots$ entières et rationnelles, vous retrouvez le premier de mes théorèmes de ma Lettre du 29 juin 1879. Pour démontrer mon nouveau théorème plus général, on peut employer presque littéralement la méthode donnée par M. Weierstrass, dans le *Berliner Monatsbericht* du mois d'août 1880, pour démontrer mon théorème plus spécial. J'avais exposé cette même méthode dans mes leçons à l'Université d'Helsingfors, au commencement de l'année 1879.

» Prenez arbitrairement une suite infinie de nombres positifs, $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots$, dont la somme soit finie, ainsi qu'un autre nombre ε qui sera supposé < 1. En ayant maintenant, pour une valeur déterminée de ν, $a_\nu = 0$, vous ferez

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right).$$

» Si a_ν est différent de zéro, vous développez, ce qui sera toujours possible, $G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)$ en une suite de puissances entières et positives de x : $\sum_{0}^{\infty}{}_{\mu} A_\mu^{(\nu)} x^\mu$, qui restera convergente tant que vous aurez mod $\frac{x}{a_\nu} < 1$. Cela étant, il est toujours possible de trouver un nombre entier m_ν assez grand pour que la valeur absolue de la série $\sum_{m_\nu}^{\infty}{}_{\mu} A_\mu^{(\nu)} x^\mu$ soit plus petite que ε_ν, sous la condition mod $\frac{x}{a_\nu} < \varepsilon$.

» Après avoir trouvé ce nombre m_ν, il suffit de prendre

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) - \sum_{0}^{m_\nu - 1}{}_{\mu} A_\mu^{(\nu)} x^\mu,$$

et la série $\sum_{1}^{\infty}{}_{\nu} F_\nu(x)$ sera la fonction cherchée, de sorte que vous avez

$$F(x) = \sum_{1}^{\infty}{}_{\nu} F_\nu(x).$$

» Pour la démonstration, je vous renvoie au Mémoire de M. Weierstrass.

» Je remarque encore seulement que, si vous désignez par $G(x)$ une fonction entière quelconque de x, la fonction $\overline{F(x)} = F(x) + G(x)$ a les mêmes propriétés caractéristiques que $F(x)$, et que, $\overline{F(x)}$ et $F(x)$ étant deux fonctions quelconques ayant ces propriétés, leur différence $\overline{F(x)} - F(x)$ sera toujours une fonction entière de x. Une telle fonction peut toujours être mise sous la forme $\sum_{1}^{\infty} g_\nu(x)$, où $g_1(x), g_2(x), \ldots$ sont des fonctions entières rationnelles de x. On obtient par conséquent, au moyen de la série

$$\sum_{1}^{\infty}[F_\nu(x) + g_\nu(x)],$$

où $\sum_{1}^{\infty} g_\nu(x)$ représente une fonction entière arbitraire de x, une expression qui embrasse toutes les fonctions ayant les propriétés demandées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points singuliers des équations différentielles.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« J'envisage deux équations différentielles simultanées

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y} = \frac{dz}{Z}, \tag{1}$$

où X, Y, Z sont des polynômes entiers en x, y, z. Si je regarde x, y, z comme les coordonnées d'un point dans l'espace, ces deux équations définissent une infinité de courbes gauches que j'appelle *caractéristiques*.

» Par chaque point de l'espace passe une caractéristique et une seule. Les seuls points qui ne satisfont pas à cette règle sont les *points singuliers*, c'est-à-dire les points d'intersection des trois surfaces

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = 0. \tag{2}$$

» En général, ces trois surfaces ne se couperont pas suivant une courbe, et les points singuliers seront isolés. Pour les classer, on envisagera l'équation en S

$$\begin{vmatrix} \frac{dX}{dx} - S & \frac{dX}{dy} & \frac{dX}{dz} \\ \frac{dY}{dx} & \frac{dY}{dy} - S & \frac{dY}{dz} \\ \frac{dZ}{dx} & \frac{dZ}{dy} & \frac{dZ}{dz} - S \end{vmatrix} = 0. \tag{3}$$

» Nous supposerons que cette équation n'a pas de racine multiple ni de racine nulle, ce qui arrivera en général. Il y aura alors quatre sortes de points singuliers :

» 1° Les *nœuds*. L'équation (3) a toutes ses racines réelles et de même signe. Toutes les caractéristiques qui pénètrent dans une petite sphère décrite autour du point singulier viennent converger en ce point · exemple, l'équation

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z},$$

dont l'intégrale générale s'écrit

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{z}{c},$$

a, b, c étant les constantes d'intégration.

» 2° Les *cols*. L'équation (3) a toutes ses racines réelles, mais non de même signe. Une infinité de caractéristiques, dont l'ensemble forme une surface, viennent converger au point singulier; en dehors de cette surface, il existe encore une autre caractéristique qui vient passer par le point singulier; les autres restent constamment à une distance finie de ce point : exemple, l'équation

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{-z},$$

dont l'intégrale générale s'écrit

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{1}{cz}.$$

Une infinité de caractéristiques,

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b}, \quad z = 0,$$

situées toutes sur la surface $z = 0$, viennent passer par l'origine. Il en est de même de la caractéristique

$$x = y = 0.$$

Les autres restent à une distance finie de l'origine.

» 3° Les *foyers*. L'équation (3) a une racine réelle et deux racines imaginaires conjuguées, dont la somme est de même signe que la racine réelle. Une caractéristique, et une seule, passe par le foyer; les autres tournent

autour de ce foyer, en s'en rapprochant asymptotiquement, en forme de spirales et de tire-bouchons.

» 4° Les *cols-foyers*. L'équation (3) a une racine réelle et deux racines imaginaires conjuguées, dont la somme n'est pas de même signe que la racine réelle. Une caractéristique, et une seule, passe par le point singulier; une infinité d'autres, dont l'ensemble forme une surface, tournent autour de ce point en s'en rapprochant asymptotiquement; les autres restent à une distance finie de ce point.

» Un cas particulier intéressant est celui où les trois surfaces (2) se coupent suivant une même courbe, qui est alors une *ligne singulière*.

» Considérons un point de cette ligne singulière. En ce point, l'équation (3) a une racine nulle. Il y a toujours une caractéristique qui passe par le point singulier, et c'est la ligne singulière elle-même.

» Les points d'une ligne singulière sont d'ailleurs de trois sortes :

» 1° Les *nœuds*. L'équation (3) a une racine nulle et deux racines réelles et de même signe. Dans le voisinage de ces points, une infinité de caractéristiques, dont l'ensemble forme une surface, viennent converger en chaque point de la ligne singulière.

» 2° Les *cols*. L'équation (3) a une racine nulle et deux racines réelles et de signe contraire. Par chaque point de la ligne singulière passent deux caractéristiques (outre la ligne singulière elle-même); les autres restent à distance finie de cette ligne.

» 3° Les *foyers*. L'équation (3) a une racine nulle et les deux autres imaginaires conjuguées. Toutes les caractéristiques se rapprochent alors asymptotiquement de la ligne singulière.

» On trouverait des singularités d'ordre plus élevé aux points qui séparent les arcs de la ligne singulière, dont tous les points sont des nœuds, des arcs dont tous les points sont des cols et de ceux dont tous les points sont des foyers. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes des intégrales de certaines équations différentielles linéaires.* Note de M. É. PICARD, présentée par M. Hermite.

« On a étudié principalement jusqu'ici la forme des intégrales d'une équation différentielle linéaire, dans le cas où, les coefficients étant uniformes, toutes les intégrales sont, d'après l'expression de M. Fuchs, régulières. Quoique les remarques qui suivent soient applicables à certaines

équations différentielles de tous les ordres, je me bornerai, dans cette Note, aux équations suivantes du second ordre qui ne rentrent pas dans la classe dont je viens de parler :

$$(1)\qquad x^2\frac{d^2u}{dx^2}+xF(x,y)\frac{du}{dx}+F_1(x,y)u=0.$$

F et F_1 sont des fonctions des deux variables x et y, uniformes et continues pour toute valeur de x située dans un certain domaine autour de l'origine, le domaine de y s'étendant au plan tout entier; on posera $y=x^\mu$, μ étant une constante quelconque, et c'est la forme des intégrales de l'équation ainsi obtenue dans le voisinage de l'origine que je me propose d'étudier. On reconnaît de suite que, si l'on pose $u=x^\rho u_1$ et $y=xy'$, et si l'on prend pour ρ une racine de l'équation

$$(\varepsilon)\qquad \rho(\rho-1)+\rho F(0,0)+F_1(0,0)=0,$$

l'équation prendra la forme

$$x\frac{d^2u_1}{dx^2}+\varphi(x,y')\frac{du_1}{dx}+\varphi_1(x,y')u_1=0.$$

» Nous considérerons donc immédiatement l'équation suivante :

$$(2)\qquad x\frac{d^2u}{dx^2}=F(x,y)\frac{du}{dx}+F_1(x,y)u$$

où $y=x^{\mu'}$.

» J'emploierai ici une méthode dont j'ai déjà fait usage dans une circonstance analogue [*Sur la forme des intégrales des équations différentielles du second ordre dans le voisinage de certains points critiques* (*Comptes rendus*, 16 septembre et 11 novembre 1878). L'idée de cette méthode consiste à substituer à l'équation différentielle ordinaire considérée un système convenable d'équations aux dérivées partielles.

» J'envisage ici le système

$$(3)\qquad \begin{cases} x\dfrac{\partial P}{\partial x}+\mu' y\dfrac{\partial P}{\partial y}=Qx,\\[2mm] x\dfrac{\partial Q}{\partial x}+\mu' y\dfrac{\partial Q}{\partial y}=F(x,y)Q+F_1(x,y)P.\end{cases}$$

» Soient $P(x,y)$ et $Q(x,y)$ un système quelconque d'intégrales de ces deux équations ; on voit que $u=P(x,x^{\mu'})$ sera une intégrale de l'équation (2). Nous allons établir que les équations (3) admettent un système

d'intégrales P et Q, uniformes et continues par rapport à x et y dans les régions indiquées plus haut, où F et F_1 sont elles-mêmes déterminées ; on devra supposer que μ' n'est pas une quantité réelle négative et que $F(o, o)$ ne peut pas se mettre, soit rigoureusement, soit avec une approximation indéfinie, sous la forme $n + m\mu'$, n et m étant des entiers positifs. Ce point étant admis, on voit que l'on aura immédiatement la forme des intégrales de l'équation proposée.

» Remarquons tout d'abord que les équations (3) permettront de déterminer les dérivées partielles successives des fonctions P et Q pour $x = o$ et $y = o$; on pourra donc former deux séries ordonnées suivant les puissances croissantes de x et y, et il reste à établir qu'elles sont convergentes dans les régions précédemment indiquées. Désignons par M le maximum du module de $F_1(x, y)$ quand x et y restent, le premier à l'intérieur d'un cercle de rayon r, le second à l'intérieur d'un cercle de rayon R. Nous poserons maintenant

$$F(x,y) = a + y\varphi(x,y) + x\psi(x),$$

et soient, dans les mêmes régions, M_1 et M_2 les modules maximum de φ et ψ. Nous considérerons les équations suivantes :

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} &\alpha(P - P_0) = Qx, \\ &\alpha Q = \frac{M}{\left(1 - \frac{x}{r}\right)\left(1 - \frac{y}{R}\right)} P + \left[M_1 \frac{y}{\left(1 - \frac{x}{r}\right)\left(1 - \frac{y}{R}\right)} + \frac{M_2 x}{1 - \frac{x}{r}} \right] Q, \end{aligned} \right.$$

où α et P_0 représentent deux constantes positives; α étant fixé arbitrairement, on peut prendre P_0 suffisamment grand pour que les dérivées partielles des fonctions P et Q tirées des équations (4), dérivées essentiellement positives, soient plus grandes que les modules des dérivées correspondantes tirées des équations (3). D'autre part, on peut supposer α suffisamment grand pour que les fonctions P et Q tirées des équations (4) soient uniformes et continues dans deux régions aussi peu différentes que l'on voudra des cercles r et R. On conclut de là que le système des fonctions P et Q tirées des équations (3), comme il vient d'être dit, est uniforme et continu par rapport à x et y, le domaine de x étant le voisinage de l'origine, et celui de y le plan tout entier.

» Revenons à l'équation (1); deux intégrales de cette équation se mettront sous la forme

$$x^{\rho_1} P_1(x,y), \quad x^{\rho_2} P_2(x, y),$$

où $y = x^{\mu-1}$, ρ_1 et ρ_2 étant les deux racines supposées distinctes de l'équation (ε).

» En étudiant les équations (3), nous avons dû supposer que μ' n'était pas une quantité réelle négative. Dans ce cas, les conclusions précédentes ne subsistent pas d'une manière générale ; ainsi, par exemple, pour $\mu' = -1$, les équations (3) ne donneront pas en général de fonctions uniformes et continues de x et y ; cette circonstance pourra se présenter dans certains cas particuliers, mais il ne semble pas facile de donner un caractère pour reconnaître si la chose est ou non possible. Remarquons, en terminant, que les fonctions P et Q, tirées précédemment des équations (3), peuvent, pour des valeurs fixes données à x et y, être considérées comme des fonctions uniformes de μ' ayant comme ligne de points singuliers essentiels la partie négative de l'axe réel. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un cas de réduction des fonctions Θ de deux variables à des fonctions θ d'une variable.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Dans plusieurs Notes très intéressantes récemment publiées [1], M. Picard s'est occupé de la réduction des intégrales abéliennes à des intégrales elliptiques. Lorsque cette réduction a lieu, des circonstances particulières se présentent pour les fonctions Θ correspondantes. Je m'occupe, dans cette Note, des intégrales abéliennes du deuxième genre et des fonctions Θ de deux variables.

» Considérons la fonction

$$(1)\qquad \Theta(x,y) = \sum_{m,n=-\infty}^{m,n=+\infty} e^{mx+ny+m^2\alpha+2mn\gamma+n^2\beta},$$

la sommation étant étendue aux valeurs entières de m et n de $-\infty$ à $+\infty$. Les périodes normales des fonctions abéliennes correspondantes sont :

Pour x	$2\pi i$,	0,	2α,	2γ
Pour y	0,	$2\pi i$,	2γ,	2β

Supposons qu'entre les périodes relatives à y il y ait une relation de la forme

$$(2)\qquad 2k\gamma = 2k'\beta + 2k''\pi i,$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCII, p. 398 ; t. XCIII, p. 696 et 1126.

k, k', k'' étant des *nombres entiers*, de façon que les périodes relatives à y se réduisent à deux. Alors la fonction (1), $\Theta(x, y)$, peut être exprimée à l'aide de *fonctions θ d'une variable*.

» Pour le montrer, remarquons d'abord que l'on peut toujours faire en sorte que les parties réelles de γ et de β aient le même signe; en effet, dans la somme (1), on peut changer le signe de γ, à condition de changer en même temps celui de x, car cela revient à changer m en $-m$. Les parties réelles de γ et de β étant ramenées à avoir le même signe, k et k' sont également de même signe, et on peut les supposer tous deux *positifs*; k'' a un signe quelconque.

» Cela posé, l'on a, d'après des formules connues,

$$\Theta(x + 2k\alpha, y + 2k\gamma) = e^{-kx-k^2\alpha}\,\Theta(x, y),$$

$$\Theta(x + 2k'\gamma, y + 2k'\beta) = e^{-k'y-k'^2\beta}\,\Theta(x, y);$$

d'où

$$(3)\qquad e^{kx+k^2\alpha}\,\Theta(x + 2k\alpha, y + 2k\gamma) = e^{k'y+k'^2\beta}\,\Theta(x + 2k'\gamma, y + 2k'\beta).$$

» Faisant alors

$$x + 2k'\gamma = \xi, \quad y + 2k\gamma = \eta,$$

et remarquant que

$$\Theta(\xi, \eta + 2k'\beta - 2k\gamma) = \Theta(\xi, \eta),$$

en vertu de la relation (2), la relation (3) devient

$$(4)\qquad \Theta(\xi + 2k\alpha - 2k'\gamma, \eta) = e^{-k\xi-k^2\alpha+k'\eta+k'^2\beta}\,\Theta(\xi, \eta).$$

Cette équation (4) montre que la fonction $\Theta(\xi, \eta)$, considérée comme fonction de ξ seul, est une fonction entière admettant la période $2\pi i$ et se reproduisant multipliée par $Ae^{-k\xi}$ quand on augmente ξ de la période $\omega' = 2k\alpha - 2k'\gamma$. On sait qu'une pareille fonction d'une variable indépendante ξ peut être exprimée à l'aide des fonctions θ d'une variable.

» Voici comment on obtient effectivement cette expression. Remarquons que tout entier m peut se mettre d'une seule façon sous la forme

$$(5)\qquad m = k\mu + t \quad (0 \leq t \leq k - 1),$$

μ et t étant deux entiers; et tout entier n sous la forme

$$(6)\qquad n = k'\nu + t' \quad (0 \leq t' \leq k' - 1).$$

» Si, dans ces expressions (5) et (6), on fait varier les entiers μ et ν de $-\infty$ à $+\infty$, t de 0 à $k-1$ et t' de 0 à $k'-1$, on obtient, pour m et n,

tous les nombres de $-\infty$ à $+\infty$, et chacun d'eux une seule fois. La somme (1) peut donc s'écrire

$$(7) \qquad \Theta(x, y) = \sum_{t=0}^{t=k-1} \sum_{t'=0}^{t'=k'-1} \sum_{\mu,\nu=-\infty}^{\mu,\nu=+\infty} e^{\varphi(\mu,\nu,t,t')},$$

en posant

$$(8) \quad \begin{aligned} \varphi(\mu,\nu,t,t') &= (k\mu+t)x + (k'\nu+t')y \\ &+ \alpha(k\mu+t)^2 + 2\gamma(k\mu+t)(k'\nu+t') + \beta(k'\nu+t')^2. \end{aligned}$$

» Faisons, pour abréger,

$$(9) \quad \begin{cases} a = kx + 2kt\alpha + 2kt'\gamma, \\ b = k'y + 2k't'\beta + 2k't\gamma, \\ c = \alpha t^2 + 2\gamma tt' + \beta t'^2 + tx + t'y. \end{cases}$$

Nous avons, en développant l'expression (8),

$$\varphi(\mu,\nu,t,t') = \mu a + \nu b + c + \alpha\mu^2 k^2 + 2\gamma kk'\mu\nu + \beta\nu^2 k'^2;$$

si, dans le terme $2\gamma kk'\mu\nu$, nous remplaçons $2k\gamma$ par sa valeur (2), l'expression précédente de la fonction φ devient

$$\varphi(\mu,\nu,t,t') = \mu a + \nu b + c + \alpha\mu^2 k^2 + (2k'\beta + 2k''\pi i)k'\mu\nu + \beta\nu^2 k'^2,$$

ce que l'on peut écrire

$$(10) \quad \begin{cases} \varphi(\mu,\nu,t,t') = \mu(a-b) + (\mu+\nu)b + c \\ \qquad + \mu^2(\alpha k^2 - \beta k'^2) + (\mu+\nu)^2\beta k'^2 + 2k'k''\mu\nu\pi i. \end{cases}$$

» Cela posé, pour obtenir la somme (7), calculons d'abord la somme

$$(11) \qquad \sum_{\mu,\nu=-\infty}^{\mu,\nu=+\infty} e^{\varphi(\mu,\nu,t,t')}.$$

En remplaçant φ par sa valeur (10), nous obtenons, pour la somme (11), une expression que l'on peut écrire

$$(11') \qquad e^c \sum_{\mu,\nu=-\infty}^{\mu,\nu=+\infty} e^{\mu(a-b)+\mu^2(\alpha k^2-\beta k'^2)} e^{(\mu+\nu)b+(\mu+\nu)^2\beta k'^2}.$$

Laissons d'abord μ constant, et faisons la sommation par rapport à ν; nous avons à chercher

$$(12) \qquad \sum_{=-\infty}^{\nu=+\infty} e^{(\mu+\nu)b+(\mu+\nu)^2\beta k'^2}.$$

Or, en posant, avec MM. Briot et Bouquet (*Théorie des fonctions elliptiques*, p. 115),

$$\theta_3(z|\omega, \omega') = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{\frac{\pi i}{\omega}(2nz+n^2\omega')},$$

nous voyons que la somme (12) est $\theta_3(b|2\pi i, 2\beta k'^2)$. Si ensuite, dans l'expression (11'), nous faisons la sommation par rapport à μ, nous avons à chercher

$$(13) \qquad \sum_{\mu=-\infty}^{\mu=+\infty} e^{\mu(a-b)+\mu^2(\alpha k^2-\beta k'^2)},$$

somme qui est égale à $\theta_3(a-b|2\pi i, 2\alpha k^2 - 2\beta k'^2)$; les sommes (11') et (11) sont donc égales à

$$e^c\theta_3(b|2\pi i, 2\beta k'^2).\theta_3(a-b|2\pi i, 2\alpha k^2 - 2\beta k'^2).$$

Donc, enfin, d'après l'expression (7), on a

$$\Theta(x,y) = \sum_{t=0}^{t=k-1}\sum_{t'=0}^{t'=k'-1} e^c\theta_3(b|2\pi i, 2\beta k'^2)\theta_3(a-b|2\pi i, 2\alpha k^2 - 2\beta k'^2). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes quadratiques à deux séries de variables*. Note de M. C. Le Paige, présentée par M. Hermite.

« Dans les recherches que j'ai entreprises sur le système de deux formes trilinéaires et sur la théorie des formes quadrilinéaires, les covariants quadratiques, par rapport à deux séries de variables, jouent un rôle considérable. Il m'a paru nécessaire de chercher la forme la plus simple qu'une telle expression est susceptible de prendre, non seulement à cause de l'intérêt analytique de cette question, mais aussi pour l'utilité pratique qu'on en peut retirer dans les calculs souvent longs et difficiles qui se présentent, et pour lesquels il est avantageux d'avoir la forme la plus réduite possible.

» Les formes quadratiques à deux séries de variables, ou plus simplement biquadriques, s'introduisent dans de nombreux problèmes, notamment, ainsi que Clebsch l'a fait voir, dans la théorie des connexes.

» Soit

$$f = a_x^2\alpha_y^2 = x_1^2(A_0y_1^2 + 2A_1y_1y_2 + A_2y_2^2) + 2x_1x_2(B_0y_1^2 + 2B_1y_1y_2 + B_2y_2^2) + x_2^2(C_0y_1^2 + 2C_1y_1y_2 + C_1y_1y_2 + C_2y_2^2)$$

une telle forme.

» Je pense avoir signalé déjà, dans une précédente Note, la forme réduite suivante :

$$x_1^2(a_0y_1^2 - a_2y_2^2) - 4x_1x_2\, b_1y_1y_2 + x_2^2(-c_0y_1^2 + c_2y_2^2),$$

les signes de certains coefficients étant choisis de manière à simplifier différents problèmes.

» Cette forme me semble la véritable expression canonique de f.

» Comme elle contient encore explicitement cinq paramètres, et que les nouvelles variables peuvent être regardées comme contenant quatre constantes, elle paraît bien avoir tout le degré de généralité désirable.

» Je vais d'ailleurs indiquer rapidement la marche que l'on peut suivre pour établir cette proposition.

» On peut former, à l'aide de f, une seconde forme biquadrique

$$\psi = (ab)(\alpha\beta)a_x b_x \alpha_y \beta_y.$$

» Les formes f et ψ ont chacune un covariant quartique par rapport à chaque série de variables, obtenu en formant leurs discriminants. Je les désignerai par

$$R_x^4,\quad P_x^4,\quad G_y^4,\quad \Gamma_y^4.$$

Il est facile de démontrer que

$$P_x^4 = kR_x^4 + k'(RR')^2R_x^2R'^2.$$

» Si l'on forme le covariant quartique de

$$\lambda f + \mu\psi,$$

on trouve

$$\lambda^2 R_x^4 + \mu^2 P_x^4.$$

Ce covariant est donc de la forme

$$\lambda' R_x^4 + \mu'(RR')^2 R_x^2 R_x'^2.$$

» Je ne m'arrêterai pas à signaler l'analogie que tout ceci présente avec la théorie des formes du quatrième degré.

» Or M. Capelli a démontré, et il serait d'ailleurs bien facile de le faire voir, que si les covariants quartiques d'une forme biquadrique sont des carrés, la forme est décomposable en facteurs bilinéaires.

» La forme même des covariants quartiques de

$$\lambda f + \mu\psi$$

montre qu'il est possible de déterminer λ, μ de telle sorte que ces covariants soient des carrés.

» On aura alors

$$\lambda_1 f + \mu_1 \psi = p_x q_y p'_x q'_y,$$
$$\lambda_2 f + \mu_2 \psi = r_x s_y r'_x s'_y.$$

» Mais la discussion de l'équation qui donne les solutions conjuguées λ_1 μ_1; λ_2, μ_2, prouve qu'on peut écrire

$$\lambda_1 f + \mu_1 \psi = (a_{11} x_1 y_1 + a_{22} x_2 y_2)(b_{11} x_1 y_1 + b_{22} x_2 y_2),$$
$$\lambda_2 f + \mu_2 \psi = (\alpha_{12} x_1 y_1 + \alpha_{21} x_2 y_1)(\beta_{12} x_1 y_2 + \beta_{21} x_2 y_1),$$

ce qui conduit à la forme proposée.

» L'exposition complète de ces différents points excéderait les limites que je dois m'imposer.

» Cette expression de la forme biquadrique n'a peut-être pas l'élégance de la forme symétrique donnée par M. Capelli, mais elle me semble de nature à faciliter les recherches où ces fonctions se présentent. De plus, cette théorie offre la plus grande analogie avec celle des formes du quatrième ordre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la divisibilité d'un certain quotient par les puissances d'une certaine factorielle.* Note de M. D. André.

« Quels que soient les entiers positifs $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$, la factorielle $(x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n)!$ est, comme on le sait depuis longtemps, exactement divisible par le produit des factorielles $x_1!, x_2!, x_3!, \ldots, x_n!$. Il en résulte immédiatement, dans le cas particulier où $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ prennent tous une même valeur x, que la factorielle $(nx)!$ est exactement divisible par la $n^{\text{ième}}$ puissance de la factorielle $x!$. Par suite, si l'on pose

$$Q = \frac{(nx)!}{(x!)^n},$$

ce quotient Q est toujours un nombre entier.

» Dans une Communication récente [1], M. Mathieu Weill a démontré, par des procédés combinatoires, que ce quotient Q est toujours divisible par la factorielle $n!$. C'est là un théorème nouveau, qui me semble très remarquable.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 19 décembre 1881.

» En cherchant à le démontrer par des procédés purement arithmétiques, j'ai trouvé qu'il existe toute une série de théorèmes analogues, dont le théorème de M. Weill n'est que le premier, et qui peuvent s'énoncer ainsi :

» I. *Quel que soit x, le quotient* Q *est divisible par la factorielle* $n!$. C'est le théorème de M. Weill.

» II. *Si x n'est point une puissance d'un nombre premier,* Q *est divisible par le carré de la factorielle* $n!$.

» III. *Si x n'est ni une puissance d'un nombre premier, ni la somme de deux puissances d'un même nombre premier,* Q *est divisible par le cube de la factorielle* $n!$.

» IV. *Si x n'est ni une puissance d'un nombre premier, ni la somme de deux puissances d'un même nombre premier, ni la somme de trois puissances d'un même nombre premier,* Q *est divisible par la quatrième puissance de la factorielle* $n!$.

» Et ainsi de suite.

» Tous ces théorèmes sont compris dans cet énoncé unique :

» *S'il est impossible d'exprimer x par une somme de moins de k puissances d'un même nombre premier, le quotient* Q *est divisible par la puissance* $k^{\text{ième}}$ *de la factorielle* $n!$.

» C'est ce théorème général que je vais démontrer.

» A cette fin, je considère un nombre premier quelconque p; je désigne par $P(t)$ le nombre de fois que p entre comme facteur dans la factorielle $t!$; par z le nombre de fois que p entre comme facteur dans le quotient Q, et je remarque que cette inconnue z est donnée par l'égalité évidente

$$z = P(nx) - nP(x).$$

» Le nombre x est entier et positif. Écrivons-le dans le système de numération dont la base est p, et, pour abréger, supposons que, dans ce système de numération, le nombre x s'écrive avec trois chiffres seulement, α, β, γ. Nous avons

$$x = \alpha + \beta p + \gamma p^2,$$

α, β, γ étant des entiers positifs ou nuls, tous inférieurs à p, mais non pas tous nuls simultanément.

» Cela posé, nous avons évidemment

$$P(nx) \geqq P(n\alpha) + P(n\beta p) + P(n\gamma p^2),$$

et, par suite,

$$P(nx) \geqq \begin{cases} P(n\alpha), \\ + n\beta + P(n\beta), \\ + n\gamma p + n\gamma + P(n\gamma). \end{cases}$$

» Nous avons de même

$$P(x) = \beta + \gamma p + \gamma.$$

» Il s'ensuit immédiatement

$$P(nx) - nP(x) \geqq P(n\alpha) + P(n\beta) + P(n\gamma),$$

c'est-à-dire

$$z \geqq P(n\alpha) + P(n\beta) + P(n\gamma),$$

et, *a fortiori*,

$$z \geqq (\alpha + \beta + \gamma) P(n).$$

» Si, au lieu d'avoir

$$x = \alpha + \beta p + \gamma p^2,$$

on avait eu

$$x = \alpha + \beta p + \gamma p^2 + \delta p^3 + \ldots;$$

en d'autres termes, si le nombre x, dans le système de numération considéré, se fût écrit, non plus avec trois chiffres seulement, mais avec un nombre de chiffres quelconque, nous eussions trouvé de même

$$z \geqq (\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots) P(n).$$

» Cette relation nous permet de démontrer tout de suite le théorème général que nous avons énoncé. Supposons, en effet, que le nombre x ne puisse être la somme de moins de k puissances d'un même nombre premier, alors, forcément, la somme $\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots$, qui ne s'annule jamais, est supérieure ou égale à k; de sorte que nous pouvons écrire

$$z \geqq kP(n).$$

Or le produit $kP(n)$ exprime combien de fois p entre comme facteur dans la $k^{\text{ième}}$ puissance de la factorielle $n!$, et le nombre z exprime combien de fois p entre comme facteur dans le quotient Q. Puis donc que z est supérieur ou égal au produit $kP(n)$, le quotient Q est divisible par la $k^{\text{ième}}$ puissance de la factorielle $n!$. Et c'est précisément là ce qu'il s'agissait de démontrer. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le choc entre corps élastiques.* Note de M. **Pilleux.**

« Tout le monde connaît l'appareil à billes d'ivoire, qui sert à diverses démonstrations concernant l'acoustique et le choc entre corps élastiques. J'ai fait avec cet appareil quelques expériences nouvelles.

» Ayant remplacé les billes par des cubes de même poids, suspendus en file et se touchant par une face, je donnai le choc avec une bille que j'avais conservée. La bille lancée, au lieu de revenir au repos après le choc, rebondit un peu, et les cubes, au lieu de se repasser de l'un à l'autre la vitesse jusqu'au dernier, prirent chacun une vitesse différente, ce qui les sépara.

» Je trouve que ce résultat intéresse sérieusement nos théories atomiques. Si la matière est composée, comme on tend à l'admettre, de parcelles (1) vibrantes, c'est-à-dire animées de vitesses inversement proportionnelles à leurs masses et se heurtant quand elles se rencontrent, la matière pourrait bien être le siège de phénomènes analogues à ceux que je viens d'indiquer, puisque la cristallographie semble montrer que les parcelles auraient des formes polyédriques plutôt que sphériques.

» Mais alors, ne semble-t-il pas qu'un atome complexe, résultant de l'agglomération de plusieurs atomes élémentaires, selon les théories de M. Lockyer (2) devra être démoli à chaque choc, à moins qu'une force inconnue ne maintienne en contact ses diverses parties? L'expérience suivante donnera une idée de ce que pourrait bien être cette force.

» Je pris d'une main la bille servant à donner le choc, et de l'autre sept cubes; je lançai, comme d'ordinaire, la bille contre les cubes, mais en ayant soin, cette fois, d'imprimer aussi aux cubes une certaine vitesse inversement proportionnelle à leur masse, et, par conséquent, sept fois moindre que celle de la bille. Alors, et bien que le choc fût plus violent que si les cubes avaient été en repos, ils rebondirent contre la bille sans se séparer.

» Voilà donc un cas où un choc, même violent, ne détruit pas les parties juxtaposées d'un mobile. Ce cas est facile à déterminer : c'est celui de l'équi-

---

(1) J'évite avec intention les mots *atome* ou *molécule*, qui auraient un sens trop déterminé pour le moment.

(2) Voir *Journal de Chimie et de Physique*, t. XVI, p. 107.

libre vibratoire, celui où deux mobiles se heurtent avec des vitesses inversement proportionnelles à leurs masses.

» Pour que l'expérience réussisse bien, il est bon de mouiller un peu les cubes, afin que l'eau interposée augmente leur contact. Cette condition du contact est importante. Supposez un train de dix wagons marchant à raison de deux lieues à l'heure contre un train de deux wagons marchant à raison de dix lieues : le choc opérera évidemment la destruction de ces mobiles.

» L'expérience suivante va montrer l'importance du contact. On rapproche l'un de l'autre, sur la tige horizontale, les points de suspension des billes d'un boulier ordinaire, de façon à augmenter le contact de ces billes; puis, on lance l'un contre l'autre, d'une part un ensemble de sept billes ayant une vitesse égale à 1; d'autre part, la bille servant d'ordinaire à donner le choc, avec une vitesse égale à 7. Alors on voit l'ensemble des sept billes tendre à rebondir, presque sans séparation des billes qui le composent.

» Voici enfin une quatrième et dernière expérience. On lance, avec une vitesse égale à 8, la bille servant à donner le choc, contre un ensemble de sept cubes animés d'une vitesse égale à 1. Alors les cubes se séparent sous l'action du choc, comme si, étant au repos, ils étaient heurtés par la bille animée d'une vitesse égale à 1.

» Ces expériences, qu'il est loisible à chacun d'interpréter à sa façon, me semblent prouver aux partisans de la matière vibrante que :

» 1° La matière pourrait bien être composée de parcelles animées de vitesses inversement proportionnelles à leurs masses, et se heurtant quand elles se rencontrent, sans que les chocs aient pour effet de séparer leurs parties constituantes;

» 2° Qu'un excès de vitesse d'une parcelle, c'est-à-dire (dans la théorie mécanique de la chaleur) un excès de chaleur, aurait toujours pour effet, au contraire, d'opérer la séparation de ces parties.

» C'est pour arriver à cette dernière assertion que j'ai entrepris toutes mes expériences sur le boulier.

» Prochainement, j'espère avoir l'honneur de faire connaître une analyse mathématique du calorique rayonnant et de la conductibilité électrique, conduisant au même résultat. »

ÉLECTRICITÉ. — *Des actions électriques dans les systèmes conducteurs semblables.* Note de M. MARCEL DEPREZ.

« Il n'est pas toujours facile, connaissant les actions qui se développent sous l'influence d'un agent, dans un système de dimensions données, de connaître *a priori* les actions qui se développent dans un système de dimensions différentes. En particulier, si l'agent en question est la chaleur, le problème est très compliqué. S'il s'agit, au contraire, de l'électricité, la solution peut être obtenue, ainsi que je le fais voir dans la Communication suivante.

» *Lorsque l'on augmente toutes les dimensions d'un système conducteur de forme quelconque, suivant un rapport déterminé* K, *sans changer le flux électrique qui parcourt l'unité de section du fil, les résultantes* [1] *de tous les efforts statiques élémentaires augmentent comme la quatrième puissance de* K.

» Appelons I l'intensité du courant qui parcourt le système conducteur, et a la section de son fil. Si nous considérons l'effort élémentaire dF qui s'exerce entre deux éléments du système conducteur, de longueur ds et ds', si r est la distance qui sépare ces deux éléments et α l'angle qu'ils font entre eux, en appliquant les lois d'Ampère,

$$dF = I^2 \frac{ds\,ds'}{r^2} f(\alpha),$$

que nous pourrons encore écrire

$$dF = \frac{I^2}{a^2} \frac{a\,ds\,a\,ds'}{r^2} f(\alpha).$$

Mais $a\,ds$ est le volume dv du premier élément considéré, et $a\,ds'$ le volume dv' du second. Donc

$$dF = \frac{I^2}{a^2} \frac{dv\,dv'}{r^2} f(\alpha).$$

» Si nous augmentons maintenant toutes les dimensions du système conducteur, dans le rapport K, en conservant le même fil, le volume du premier élément devient $K^3 dv$, celui du second $K^3 dv'$, et la distance qui

---

(1) La forme du système conducteur étant quelconque, toutes les forces élémentaires peuvent, au maximum, donner lieu à deux résultantes ne se coupant pas.

les sépare Kp. L'angle α ne change pas. Le nouvel effort élémentaire

$$dF' = \frac{I^2}{a^2}\frac{K^3 dv K^3 dv'}{K^2 p^2} f(\alpha) = \frac{I^2}{a^2}\frac{dv dv'}{p^2} f(\alpha) \times K^4.$$

» Or, si nous supposons que le même flux électrique parcoure l'unité de section du fil, $\frac{I}{a}$ est constant, et le rapport des deux efforts élémentaires $\frac{dF'}{dF} = K^4$. Les efforts élémentaires dF' et dF étant dans un rapport constant, les résultantes de ces efforts sont aussi dans le même rapport, à une constante près. Mais cette constante est nulle, puisque, quand I est nul, F et F' doivent être nuls. Donc

$$\frac{F'}{F} = K^4.$$

» Les résultantes de ces efforts élémentaires augmentent donc comme la quatrième puissance du nombre K.

» Dans le cas où le système conducteur est une machine dynamo-électrique, nous savons que le travail par seconde est représenté par

$$T = F \times V.$$

F est la résultante de tous les efforts élémentaires; le point d'application de cette résultante étant situé au bout d'un bras de levier dont la circonférence développée a 1^m de longueur, V est la vitesse linéaire de ce point d'application. Si nous supposons que nous augmentions toutes les dimensions de la machine dynamo-électrique dans le rapport K, en conservant à son fil la même section, la résultante des efforts devient égale à $F \times K^4$, et la vitesse linéaire de son point d'application devient égale à $K \times V$. Le nouveau travail par seconde est

$$T' = K^5.FV = K^5 T.$$

» Le travail par seconde augmente donc comme la cinquième puissance de K. Dans ce qui précède, nous supposons que la machine dynamo-électrique n'a pas de fer doux.

» *Corollaire I.* — Quand le volume et la forme d'un système conducteur sont invariables, un effort statique déterminé coûte toujours la même dépense d'énergie pour être produit. Nous venons de voir, en effet, que nous pouvons représenter symboliquement les résultantes des efforts élémentaires dont la forme est $F = \frac{I^2}{a^2} K^4$.

» Si R est la résistance du système conducteur, E la force électromotrice inverse qui s'y développe par le déplacement de la partie mobile, L la longueur de son fil, V son volume, c sa conductibilité,

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{et} \quad R = \frac{e}{ac} = \frac{V}{a^2 c}.$$

Dans notre manière symbolique de représenter les efforts, $V = K^3$.

» Donc $R = \frac{K^3}{a^2 c}$; par suite, $I = \frac{E a^2 c}{K^3}$ et $F = \frac{E^2 a^4 c^2}{K^6 a^2} \times K^4 = \frac{E^2 a^2 c^2}{K^2}$.

» D'autre part, la quantité d'énergie Q reçue par le système conducteur est égale à $\frac{E^2}{R}$,

$$Q = \frac{E^2}{R} = \frac{E^2 a^2 c}{K^3},$$

et le rapport

$$\frac{F}{Q} = K \times c.$$

Si le volume et la forme sont invariables, K est invariable; ce qui prouve bien que, dans ces conditions, pour produire un effort F, il faut toujours dépenser la même quantité d'énergie Q. On voit aussi que le coût de l'effort statique est inversement proportionnel à la conductibilité du fil employé dans l'appareil. Plus elle est grande, moins un même effort coûte d'énergie pour être produit.

» *Corollaire II.* — Lorsque toutes les dimensions d'un système conducteur sont augmentées dans le rapport K, un même effort F est produit avec une dépense d'énergie K fois plus faible. Ce corollaire résulte immédiatement de la formule précédente

$$\frac{F}{a} = K \times c.$$

» D'après ce qui précède, on voit combien les grandes machines dynamo-électriques sont avantageuses. Non seulement elles sont plus puissantes par unité de masse, mais elles sont encore plus économiques.

» C'est, du reste, en partie, pour arriver à cette conclusion, que j'ai établi le théorème des similitudes. Je l'ai vérifié par l'expérience. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le transport électrique de la force aux grandes distances.* Note de M. MARCEL DEPREZ.

« Les expériences qui ont été faites sur le transport de la force par l'électricité l'ont toujours été à de courtes distances. Dans les applications de Noiziel, la distance n'a pas excédé 3^{km}, les deux stations étant réunies par des câbles dont la résistance était faible. Dans les diverses applications connues, on n'a jamais transporté plus de 6 à 8 chevaux, à 5^{km} de distance, avec des machines pesant environ 500^{kg}.

» On a souvent affirmé que le transport aux grandes distances était impraticable. Il peut être intéressant de signaler l'expérience que je viens de réaliser.

» Avec des machines de Gramme du petit type, pesant environ 100^{kg}, modifiées suivant les principes que j'ai indiqués, j'ai obtenu un travail utile de 37^{kgm}, la résistance interposée entre le moteur et le récepteur étant de 786^{ohms}, représentant une distance de $78^{km},6$ de fil télégraphique ordinaire.

» Afin de mettre ce résultat mieux en relief, je place les divers éléments de cette expérience en regard de ceux d'une expérience analogue, faite, par M. Fontaine, avec des machines plus grosses, et dont il a publié les résultats :

	Vitesse.	Travail utile.	Trav. par tour.	Rendement.	Résist. interposée.
	tours	kgm	kgm		ohms
Fontaine......	1570	21,5	0,8	0,38	4,65
Deprez.......	2300	38,0	1,0	0,25	786,00

» Ce transport s'opère sans qu'il y ait aucune étincelle aux balais, la machine restant parfaitement froide, et sans qu'il ait été nécessaire de prendre des précautions spéciales pour l'isolement des conducteurs.

» Le rendement de 0,25 obtenu n'est que le résultat d'une première expérience ; je n'ai pas encore eu le temps d'étudier les meilleures conditions de vitesse, d'effort statique et de force électromotrice ; rien ne s'oppose théoriquement à ce qu'un rendement meilleur soit atteint, et je suis certain d'arriver promptement à le réaliser ; toutefois, j'ai cru qu'il y avait lieu de signaler, sans attendre plus longtemps, un résultat de transport électrique, considéré jusqu'ici comme impraticable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les méthodes de comparaison des coefficients d'induction* (1). Seconde Note de M. BRILLOUIN.

« II. Considérons un circuit formé par le pont de Wheatstone, avec addition d'une dérivation Δ entre les deux sommets auxquels aboutit la pile. Soient r_1, r_2, r_3, r_4 et L_1, L_2, L_3, L_4 les résistances et les coefficients d'induction propre des quatre côtés du pont. Les côtés dont les indices sont 1, 4 sont parallèles; de même, les côtés 2, 3. Appelons M le coefficient d'induction mutuelle entre la bobine placée sur le côté 1, et une autre située sur le fil de la pile, et supposons que tous les autres coefficients d'induction mutuelle des bobines deux à deux soient négligeables. Le pont étant réglé pour l'état permanent, le galvanomètre ne restera au zéro, pendant les courants instantanés de fermeture et d'ouverture, que si l'on a

$$(1)\qquad \frac{L+kM}{r_1}-\frac{L_2}{r_2}-\frac{L_3}{r_3}+\frac{L_4}{r_4}=0;\quad k=1+\frac{r_2}{r_4}+\frac{r_1+r_2}{\Delta}.$$

Cette relation résulte des équations de l'état variable, relatives seulement aux quatre côtés du pont et à la diagonale du galvanomètre, ainsi que des équations de l'état permanent de tout le circuit. Lorsque les rapports de L_2, L_3, L_4 aux résistances correspondantes sont négligeables, la relation (1) se réduit à la forme plus simple

$$(2)\qquad L+kM=0,$$

et une seule expérience donne le rapport de L à M. Alors le nombre k doit rester invariable lorsqu'on change les résistances r_2, r_4. J'ai examiné s'il en est ainsi lorsque les côtés 2, 3, 4 du pont sont formés par une excellente boîte de résistances d'Elliot, appartenant au Collège de France, dont tous les fils sont pliés en double (2). Pour le courant instantané, un commutateur tournant fermait le circuit dix fois par seconde environ; le galvanomètre recevait seulement le courant de fermeture. La déviation Δ, formée par une boîte quelconque, était, après chaque réglage, comparée à la boîte du Collège de France, en la substituant au côté 1 du pont. Cette mesure est

(1) *Comptes rendus*, séance du 12 décembre 1881.

(2) Un rhéostat continu de Pouillet a dû être ajouté au côté 3 pour fractionner l'unité; dans le cas du maximum de sensibilité du pont, les résistances devaient être réglées à moins de $\frac{1}{300000}$ de leur valeur. Je n'ai obtenu ce résultat qu'avec des fils soigneusement paraffinés.

nécessaire pour exprimer toutes les résistances de chaque expérience en une même unité, arbitraire d'ailleurs.

r_2.	r_4.	r_3.	r_1.	Δ.	k.
1000	1000	117,72	117,72	420,0	4,661 ± 0,003
100	200	235,0	117,55	68,80	4,662 ± 0,002
200	1000	587,4	117,55	91,79	4,659 ± 0,002
100	1000	1175,5	117,55	61,13	4,659 ± 0,002
1000	10000	1176,3	117,63	316,2	4,636 ± 0,004

Les quatre premières valeurs de k ne diffèrent de leur moyenne 4,660 que de quantités inférieures ou égales à l'erreur expérimentale probable, $\frac{1}{2000}$ environ. On doit donc considérer toutes ces valeurs comme identiques; mais elles diffèrent beaucoup de la dernière valeur 4,636. On n'a donc pas le droit d'employer la formule réduite (2).

» Même quand le fil de la boîte de résistance est soigneusement plié en double avant d'être enroulé, le rapport de son coefficient d'induction propre à sa résistance peut n'être pas négligeable dans ces expériences.

» Il faut arriver à éliminer de la formule (1) les termes inconnus $\frac{L_2}{r_2}$, $\frac{L_3}{r_3}$, $\frac{L_4}{r_4}$, au moyen de mesures auxiliaires faites dans des conditions différentes. Je résumerai ici, sans aucun détail, le résultat des expériences :

» 1° Dans la boîte de résistances d'Elliot que j'employais, et au degré de précision de mes expériences, le rapport $\frac{L}{r}$ a une valeur a indépendante de la résistance, pour le côté 3 du pont, qui ne contient pas les bobines de 10 000 ohms.

» 2° Un fil de maillechort de $0^{mm},05$ de diamètre et de moins de 10^{m} de longueur, plié en double et tendu en ligne droite, a un coefficient d'induction propre négligeable, avec une résistance considérable.

» 3° Dans une deuxième mesure, on ajoute ce fil au côté 1 du pont, ce qui ne change que sa résistance, et on conserve les mêmes côtés 2 et 4. On a alors deux équations analogues à (1), entre lesquelles on peut éliminer la quantité $\left(-a-\frac{L_2}{r_2}, +\frac{L_4}{r^4}\right)$, ce qui donne

$$L + M\left[K + \frac{r_1}{r'_1 - r_1}(k - k')\right] = 0,$$

$r'_1 - r_1$ étant la résistance du fil auxiliaire. Voici les résultats de deux

séries de mesures faites avec deux fils auxiliaires différents :

$r'_1 - r_1$.	r_2.	r_4.	k'.	$k + \frac{r}{r'_1 - r_1}(k - k')$.
263	1000	10000	$4,594 \pm 0,004$	$4,659 \pm 0,004$
»	»	1000	$4,662 \pm 0,002$	$4,662 \pm 0,002$
600	»	10000	$4,541 \pm 0,004$	$4,659 \pm 0,004$
»	»	1000	$4,661 \pm 0,003$	$4,561 \pm 0,003$

» Ni le fil auxiliaire, ni la bobine de 10000 ohms n'ont maintenant d'influence sur les nombres de la dernière colonne, et on peut regarder leur moyenne 4,660 comme représentant à $\frac{1}{2000}$ près le rapport de L à M.

» La comparaison avec le précédent Tableau montre que a est négligeable, et que le rapport $\frac{L}{r}$ n'est notable que pour la bobine de 1000 ohms, résultat que confirment les données de construction de la boîte d'Elliot.

» La même précision pourra être obtenue par un choix convenable des résistances des quatre côtés du pont et du galvanomètre, toutes les fois que le rapport du coefficient d'induction de la bobine inconnue à sa résistance sera supérieur ou égal à 0,0005 (C. G. S.), c'est-à-dire dans toutes les circonstances ordinaires de la pratique.

» En résumé :

» 1° Il est facile de construire deux bobines dont le coefficient d'induction mutuelle soit théoriquement calculable avec telle précision qu'on voudra;

» 2° Au moyen des méthodes de comparaison dont j'ai entrepris l'étude, on peut déterminer les coefficients d'induction propre ou mutuelle de bobines quelconques à moins de $\frac{1}{2000}$ près ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur la généralité de la méthode électrochimique pour la figuration des lignes équipotentielles.* Note de M. **Ad. Guébhard.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une série de pièces expérimentales d'où résulte la possibilité d'étendre à des électrodes cylindriques verticales à directrices quelconques la formule équipotentielle établie précédemment pour les anneaux de Nobili, dans le cas d'électrodes ayant pour

([1]) Les expériences citées dans ce travail ont été faites au laboratoire de Physique du Collège de France.

projections des pôles isolés ou des circuits complets de lignes d'écoulement.

» De mes dernières expériences, où des branches quelconques de lignes d'écoulement pouvaient être prises comme électrodes sans modifier l'équation générale, un retour naturel au système équipotentiel devait faire supposer qu'ici encore deux courbes quelconques du système, pourvu qu'elles fussent complètes, devaient reproduire toujours la même famille de lignes de niveau : n'est-ce pas ainsi que Lamé (1) déduisait du cas de deux centres thermiques celui de tranches cylindriques diversement limitées ou évidées ? Non seulement j'ai vérifié en sections planes la plupart des cas de Lamé, mais encore d'autres, où il est particulièrement intéressant de voir les anneaux colorés, après avoir traversé l'infini, se refermer en enserrant du dehors au dedans des zones intérieures de formes diverses, pouvant elles-mêmes se subdiviser et se réduire enfin à plusieurs noyaux distincts.

» Mais encore toutes mes vérifications ne s'appliquaient-elles qu'à des ensembles de courbes complètes et fermées sur elles-mêmes; et, malgré la possibilité d'assimiler tout arc curviligne soit à une courbe élongée d'aire nulle, soit à une série de pôles infiniment voisins, aucun document positif ne me permettait de pousser à l'extrême, en l'appliquant à des électrodes courbes discontinues, la généralisation de la loi qui avait eu pour point de départ le cas de simples pôles isolés, ou lignes équipotentielles infiniment petites. En dehors des coniques homofocales de Lamé (2), et des courbes intimement liées aux fonctions elliptiques, étudiées par Siebeck (3) en laissant de côté pour le moment quelques dessins, d'application contestable, de M. Margules (4), je ne connaissais aucun réseau isotherme calculé pour des sources linéaires discontinues, et j'avais dû me borner expérimentalement à réaliser, avec diverses combinaisons orthogonales de portions de lignes droites, tous les cas précédents, lorsque la communication obligeante des planches inédites d'un Ouvrage du docteur Holzmüller, de Hagen (5), m'a fourni toute une série de réseaux orthogonaux à *noyaux* linéaires courbes,

---

(1) *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 207, 227.

(2) *Loc. cit.*, p. 195.

(3) *Journal f. die reine u. angew. Math.*, t. LVII, p. 365 (1860).

(4) *Sitzungsberichte der Akademie der Wissensch. zu Wien*, t. LXXV (2), p. 847 (1877).

(5) *Einführung in die Theorie der isogonalen Verwandschaften u. d. conformen Abbildungen mit Anwendungen auf Mathematik und Physik*; Leipzig, 1882.

toujours limités dans un sens au moins et pouvant représenter des cas d'équilibre thermique ou électrique.

» Tous ces réseaux, déduits de quelques cas simples par la méthode des représentations conformes et des trajectoires isogonales, présentent des propriétés remarquables de symétrie et de réciprocité ([1]), en vertu desquelles une même courbe est ligne de niveau par quelques-unes de ses parties, ligne d'écoulement par d'autres, en sorte que l'on peut prendre à tour de rôle tels ou tels de ses arcs pour directrices des électrodes et produire des systèmes divers, mais de physionomie et de propriétés communes.

» Cela implique inévitablement, au voisinage des points de raccord ou de discontinuité, des perturbations qu'il est nécessaire de combattre, par des précautions expérimentales analogues à celles que j'indiquais dans une précédente Note; et quoique l'étude complète en reste à faire, l'approximation très grande avec laquelle de premiers essais sommaires m'ont permis de reproduire des systèmes de théorie très compliquée, au moyen d'électrodes qui, pour n'être pas tout à fait arbitraires, n'en présentaient pas moins des formes, des grandeurs et des positions très diverses, depuis l'arc de cercle jusqu'à celui d'hyperbole et de lemniscate, ou même de courbe transcendante; tant de résultats qui se sont accumulés depuis mes premières recherches, et qu'il serait superflu de multiplier davantage; tout cet ensemble parfaitement concordant de faits expérimentaux m'autorise à formuler d'une manière tout à fait générale la loi de forme des anneaux de Nobili :

» *Lorsqu'on place à très petite distance d'une découpure horizontale de métal très mince exactement limitée aux parois d'une auge électrolytique un assemblage quelconque d'électrodes cylindriques verticales, les anneaux colorés qui prennent naissance représentent avec une très grande approximation le système théorique de lignes équipotentielles que donnerait l'application directe de ces mêmes électrodes sur un plan conducteur pris entre les mêmes limites.*

» Quelques précautions expérimentales rendent l'approximation au moins égale à celle des meilleurs dessins, et rien ne saurait faire obstacle désormais à ce qu'un procédé qui a subi le contrôle de tous les faits connus serve à résoudre empiriquement ceux qui échappent aux ressources de l'analyse. Mais il fallait auparavant en établir la généralité, et c'est ce que

---

([1]) *Schlömilch's Zeitschr. f. Math. u. Phys.*, t. XX, p. 1 (1875).

je me suis efforcé de faire à grands traits dans cette première étude, sans m'attarder aux atténuations de second ordre que doit comporter nécessairement toute loi physique, surtout quand elle emprunte le concours de données multiples et diverses. »

PHYSIQUE. — *Expériences hydrodynamiques; imitation, par les courants liquides, des phénomènes d'électro-magnétisme*. Note de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« Les remarquables expériences de M. Bjerknes sur l'*hydro-électricité* et l'*hydromagnétisme*, expériences que j'ai suivies avec le plus vif intérêt à l'Exposition d'Électricité, m'ont remis en mémoire plusieurs faits que j'avais observés depuis longtemps, et qui m'ont paru se rattacher aux phénomènes hydrodynamiques si bien étudiés et décrits par le savant professeur de Christiania. Mais, avant de présenter à l'Académie ces rapprochements, j'ai voulu faire de nouvelles expériences; bien que celles-ci ne soient pas complètes, je puis néanmoins en indiquer, dès à présent, les principaux résultats, en me bornant d'ailleurs au côté purement expérimental de la question, et, dans cette première Communication, aux phénomènes correspondant à ceux de l'électromagnétisme.

» Je dirai d'abord que ce qui différencie essentiellement mes expériences de celles de M. Bjerknes, c'est qu'au lieu de *corps pulsants* ou *vibrants* (dans l'eau), dont il fait usage, je n'emploie que des *courants liquides, continus* ou *interrompus*, fonctionnant dans l'air ou dans l'eau.

» La première expérience que j'ai faite dans cette voie avait pour but d'étendre aux liquides un phénomène constaté, sur les gaz et les vapeurs, par M. Clément Desormes, et qui consiste dans l'attraction d'un disque de carton, présenté à très petite distance et normalement à un jet de gaz, sortant par un tube muni d'un pareil disque affleurant l'ouverture.

» L'expérience correspondante avec les liquides se réalise facilement au moyen d'un jet obtenu à l'aide d'un tuyau d'arrosage, alimenté par les eaux de la ville. On dispose verticalement le tube, muni à son extrémité d'un disque en métal ou en liège (de $0^{m},06$ à $0^{m},08$ de diamètre), affleurant l'ouverture tournée vers le haut. On approche un second disque pareil très près du premier, en ayant soin seulement de l'empêcher de glisser; sous l'influence du jet, ce disque est attiré et maintenu à 2^{mm} ou 3^{mm} du disque fixe, par la différence entre la pression de l'air ambiant et celle de l'eau dans l'intervalle des disques. La pièce mobile

n'est pas amenée jusqu'au contact du tube fixe ; mais, quand on veut l'éloigner de sa position d'équilibre, on sent une résistance très prononcée. Le même effet se produit également au sein de l'eau.

» Cette expérience est analogue à l'une de celles de M. Bjerknes, laquelle consiste à présenter, dans l'eau, un corps vibrant à une plaque mobile ; celle-ci est généralement repoussée ; mais, à une certaine distance, très petite, elle est attirée (*Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 144).

» *Vibrations hydrodynamiques; hydro-électro-aimants à courants interrompus.* — L'expérience de M. Clément Desormes, sur les gaz, exige l'emploi de deux disques. J'ai remarqué que, pour les liquides, le disque fixé au tube peut être supprimé, pourvu qu'on se serve d'un ajutage à bords épais, et surtout conique convergent. L'attraction du disque mobile en est sensiblement diminuée, il est vrai ; mais il se produit alors un autre fait digne d'attention, lorsqu'on intervertit les dispositions expérimentales, en rendant le tube mobile et la plaque fixe. En effet, si l'on tient à la main le tube verticalement, l'ouverture en bas et très près du sol, carrelé ou bitumé, ou mieux près du fond plat d'un vase résistant, le tube sera d'abord attiré, frappera l'obstacle, sera ensuite soulevé, puis attiré de nouveau alternativement, et accomplira ainsi spontanément (c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire de le soutenir) des *vibrations verticales*, pouvant devenir assez rapides (quand on exerce une pression sur le tube) pour produire un son dont la hauteur et l'intensité dépendront des circonstances expérimentales : diamètre du canal, force impulsive du liquide, poids du tube mobile, forme de l'ajutage, etc. Le phénomène vibratoire se produit aussi, et mieux encore, mais *par répulsion*, avec les ajutages à bords minces. Dans les deux cas, il a lieu également dans l'air et dans l'eau.

» Cette expérience n'a pas d'analogue parmi celles de M. Bjerknes; mais elle peut être assimilée à celle d'un électro-aimant, placé sous l'influence d'un courant électrique interrompu automatiquement, par le mouvement que détermine le courant lui-même, comme dans les trembleurs des sonneries électriques. En effet, lorsqu'on tient à la main ce tube vibrant, on croirait avoir affaire à un véritable électro-aimant, tant sont rapides et forts les effets successifs d'attraction et de répulsion, tout à fait semblables à ceux de l'aimantation et de la désaimantation, par l'instantanéité et l'accroissement d'action à mesure que la distance diminue.

» Pour avoir un *hydro-électro-aimant* à deux pôles contraires, il suffit de disposer solidairement deux courants distincts, dans le prolongement l'un de l'autre (ou un seul courant branché), et de munir chaque extrémité

d'un ajutage différent : l'un à bords épais, l'autre à bords minces ; il y aura *attraction* d'un bout et *répulsion* de l'autre.

» Il est à remarquer que le passage de la *répulsion* à l'*attraction*, par le seul fait de l'accroissement d'épaisseur des bords dans les divers ajutages, n'a pas d'analogue parmi les phénomènes connus d'électromagnétisme.

» Si l'on veut simplement un appareil *à double effet*, on mettra, aux extrémités, des ajutages de même nature. Pour avoir le maximum d'effet, on prendra deux ajutages légèrement convergents et à bords minces. Le double tube, dans son mouvement vibratoire, soit vertical, soit horizontal, rencontrera alternativement les deux obstacles fixes, de sorte que les effets seront successifs et concordants pour produire des vibrations régulières, en réglant convenablement la course du système.

» Cette expérience, avec les ajutages attractifs et répulsifs, n'est pas seulement une imitation abstraite du phénomène naturel électromagnétique, mais c'est une réalisation effective, semblable aux mouvements produits par les électro-aimants, sous l'influence d'un courant électrique interrompu régulièrement. Elle me paraît même susceptible de recevoir des applications dynamiques.

» J'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie, dans une prochaine Communication, la suite de mes expériences. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Polarimètre à lumière ordinaire*. Note de M. L. Laurent, présentée par M. A. Cornu.

« Les polarimètres à pénombres fonctionnent très bien avec la lumière monochromatique de la soude; mais on n'a pas toujours le gaz à sa disposition et les projections de sel fondu ont beaucoup d'inconvénients. J'ai cherché à agencer ces appareils de manière à les employer avec une flamme ordinaire, en interposant entre le tube d'essai et l'analyseur un compensateur Soleil, à lames prismatiques de quartz. Au lieu d'opérer par rotation, avec la lumière jaune, on agira, par compensation, avec la lumière ordinaire. Des essais dans ce sens ont été tentés, en Allemagne, sur le polarimètre à pénombres, à prisme coupé.

» En principe, cette addition du compensateur aux polarimètres à pénombres est très simple; mais, pour lui donner une précision en rapport avec celle de ces appareils, il y a plusieurs conditions très importantes et assez difficiles à remplir. Ainsi le quartz doit être très pur et taillé exactement perpendiculaire à l'axe; les axes des quartz doivent être bien paral-

lèles à l'axe optique de l'appareil. Il faut déterminer *très exactement* d'abord le zéro, puis le cent, avec une plaque de quartz type parfaitement étalonnée; mais ce n'est pas tout. Les surfaces des lames prismatiques doivent être parfaitement planes, ou au moins deux à deux exactement de signes contraires; sans cela, un compensateur, même parfait sur tous les autres points, donnera des lectures erronées entre 0 et 100, et surtout vers 50 (on pourra vérifier avec une seconde plaque-type d'une épaisseur de $0^{m},5$); on fera un bon pointé, mais la lecture sera fausse de *plusieurs* dixièmes de division (centièmes de sucre), tandis que l'appareil accuse moins de $\frac{1}{10}$.

» Dans l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, le compensateur est agencé de façon à pouvoir s'adapter facilement aux polarimètres à pénombres déjà construits; on aura à volonté un polarimètre à lumière monochromatique ou un saccharimètre à lumière ordinaire. La division est éclairée par le bec lui-même, au moyen d'un petit miroir mobile avec le vernier. La loupe permet de lire et l'appareil apprécie $\frac{1}{20}$ de division; la précision est ainsi presque doublée. J'attribue cela d'abord à la lumière, qui est plus intense, et aussi à l'emploi même du quartz. La plaque de bichromate donne une lumière suffisamment monochromatique pour masquer la petite coloration qu'introduit dans la lumière blanche soit la coloration de la lame, soit celle due à la trempe des verres.

» Les qualités distinctives de cet appareil sont, en outre de l'emploi d'une lumière ordinaire quelconque :

» Le moyen de varier l'angle des deux sections principales du polariseur; il permet de se mettre, pour chaque liqueur et instantanément, au degré de sensibilité le plus convenable;

» La lame demi-onde, dont le bord tranchant rend les deux teintes à comparer rigoureusement tangentes, et fait ressortir la moindre différence entre elles;

» La disposition du diaphragme à petit trou et de la lentille éclairante du polariseur ([1]); elle supprime complètement les réflexions gênantes dans les tubes, même en verre; de plus, la flamme est loin du polariseur; elle ne l'échauffe pas, et le zéro reste fixe. »

([1]) *Comptes rendus*, séance du 20 octobre 1879.

CHIMIE. — *Sur les oxychlorures de magnésium.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

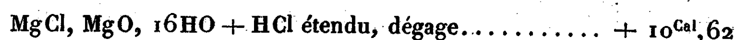
« J'ai préparé un oxychlorure de magnésium en chauffant dans un ballon 500^{gr} d'eau avec 400^{gr} de chlorure de magnésium cristallisé, puis ajoutant à la masse en ébullition 20^{gr} de magnésie calcinée.

» On filtre, et, au bout d'un temps assez long, il se forme au fond du vase un précipité blanc, d'apparence amorphe, mais présentant au microscope l'aspect d'une série de petites aiguilles enchevêtrées. Il reste sur le filtre un magma blanc, durcissant à l'air, de composition non constante, et qui est analogue au corps décrit par M. Sorel (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 102).

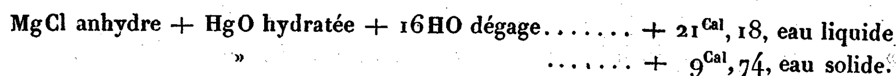
» Le précipité, analysé, correspond à la formule MgCl, MgO, 16HO.

	Trouvé.	Calculé.
MgCl	22,96	22,45
MgO	9,19	9,45
HO	67,85	68,10
	100,00	100,00

» J'ai étudié la chaleur de formation de ce corps en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu ($\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre) :


MgCl, MgO, 16HO + HCl étendu, dégage .... $+ 10^{Cal},62$

d'où l'on tire la chaleur de formation à partir du chlorure anhydre, de l'eau et de la magnésie hydratée :

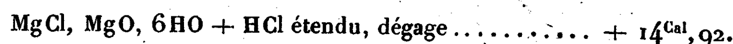

MgCl anhydre + HgO hydratée + 16HO dégage .... $+ 21^{Cal},18$, eau liquide
» .... $+ 9^{Cal},74$, eau solide.

» Ce corps, séché dans le vide jusqu'à perte de poids constante, a pour formule : MgCl, MgO, 6HO :

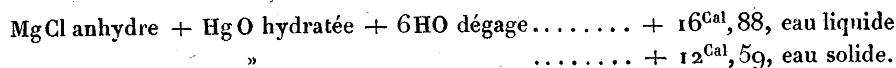
	Trouvé.	Calculé.
MgCl	39,47	39,09
MgO	15,60	16,46
HO	44,93	44,45
	100,00	100,00

» Il est, ainsi que le précédent, immédiatement décomposé par l'eau et l'alcool.

» Sa chaleur de formation est la suivante :


MgCl, MgO, 6HO + HCl étendu, dégage .... $+ 14^{Cal},92$.

» Donc :


MgCl anhydre + HgO hydratée + 6HO dégage........ + $16^{Cal},88$, eau liquide
» .... + $12^{Cal},59$, eau solide.

» L'union ultérieure de 10HO avec ce premier hydrate dégage + $4^{Cal},3$.

» L'union de MgO avec MgCl, 6HO cristallisée dégage

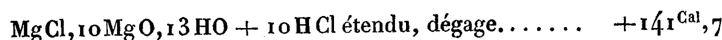
$$16^{Cal},88 - 12^{Cal},1 = + 4^{Cal},78.$$

» J'ai également étudié la chaleur de formation de l'oxychlorure préparé comme l'a indiqué Krause (*Ann. Chem. und Pharm.*, t. CLXV, p. 38), en chauffant au bain-marie de la magnésie calcinée avec une solution de chlorure de magnésium.

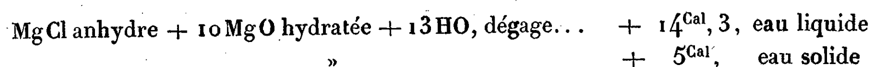
» Le corps qu'on obtient ainsi est formé de cristaux microscopiques. Séché à 120°, il a pour formule


MgCl, 10MgO, 13HO.

» Sa réaction avec l'acide chlorhydrique donne

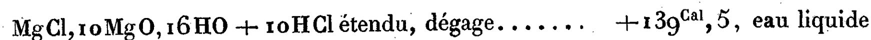

MgCl, 10MgO, 13HO + 10HCl étendu, dégage....... + $141^{Cal},7$

d'où

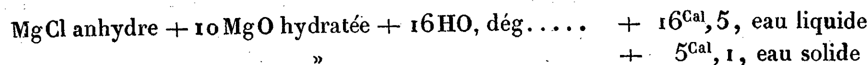

MgCl anhydre + 10MgO hydratée + 13HO, dégage... + $14^{Cal},3$, eau liquide
» + 5^{Cal}, eau solide

» Desséché dans le vide, il correspond à la formule


MgCl, 10MgO, 16HO.


MgCl, 10MgO, 16HO + 10HCl étendu, dégage....... + $139^{Cal},5$, eau liquide

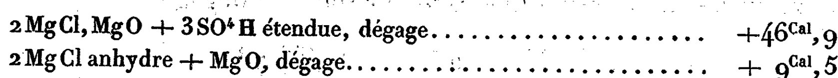
d'où


MgCl anhydre + 10MgO hydratée + 16HO, dég..... + $16^{Cal},5$, eau liquide
» + $5^{Cal},1$, eau solide

» On passe de l'un à l'autre de ces corps par la combinaison de 3HO, laquelle dégage + $2^{Cal},2$, eau liquide. (Séché sur de la soude, le corps a pour formule MgCl, 10MgO, 18HO, et sa chaleur de formation, calculée comme précédemment, est égale à + $18^{Cal},4$, eau liquide).

» J'ai ensuite fondu ensemble $2^{éq}$ de chlorure de magnésium anhydre avec $1^{éq}$ de magnésie calcinée, puis $1^{éq}$ de chlorure et $1^{éq}$ de magnésie. Les deux corps ainsi obtenus, très avides d'humidité, sont très faciles à pulvériser, contrairement à ce qui arrive avec les composés semblables du

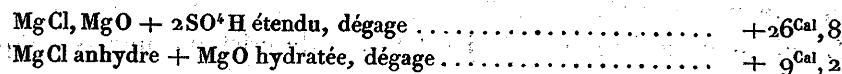
calcium. Ils se décomposent dans l'acide sulfurique et dans l'acide chlorhydrique dilués ($1^{éq}$ par litre), mais la magnésie ne s'y dissout qu'avec une extrême lenteur. Je les ai dissous dans un acide sulfurique assez concentré ($36^{Cal}, 42 SO^3$ pour 100), et j'ai tenu compte de la chaleur de dilution de l'acide sulfurique :



$2MgCl, MgO + 3SO^4H$ étendue, dégage .... $+46^{Cal}, 9$
$2MgCl$ anhydre $+ MgO$, dégage .... $+ 9^{Cal}, 5$

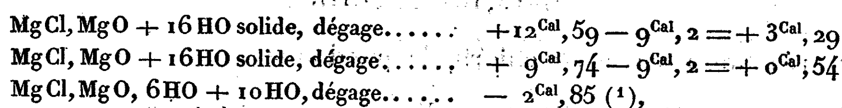
en supposant que la magnésie ne dégage pas de chaleur en se dissolvant dans l'eau.

» Et



$MgCl, MgO + 2SO^4H$ étendu, dégage .... $+26^{Cal}, 8$
$MgCl$ anhydre $+ MgO$ hydratée, dégage .... $+ 9^{Cal}, 2$

» On a donc, pour l'union de l'eau pure, l'oxychlorure anhydre



$MgCl, MgO + 16HO$ solide, dégage ..... $+12^{Cal}, 59 - 9^{Cal}, 2 = + 3^{Cal}, 29$
$MgCl, MgO + 16HO$ solide, dégage ..... $+ 9^{Cal}, 74 - 9^{Cal}, 2 = + 0^{Cal}, 54$
$MgCl, MgO, 6HO + 10HO$, dégage ..... $- 2^{Cal}, 85$ (1),

CHIMIE. — *Sur un oxychlorure de soufre.* Note de M. **J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Ce nouvel oxychlorure de soufre peut être obtenu dans les conditions suivantes :

» On chauffe à 250°, pendant quelques heures, en tubes scellés très résistants, un mélange à poids égaux de chlorure de soufre et de chlorure de sulfuryle. Le liquide devient d'un rouge très foncé : en ouvrant les tubes, on constate un dégagement considérable d'acide sulfureux. Si l'on distille ensuite, d'abord sous pression réduite, puis à la pression ordinaire, on recueille un liquide rouge bouillant à une température inférieure au point d'ébullition des deux oxychlorures connus. Le résidu est du chlorure de soufre, renfermant un excès de soufre.

» Soumis à des rectifications successives, le produit nouveau bout à 60°-61°. Comme la chaleur le décompose avec une extrême facilité, chaque distillation en fait perdre une notable proportion.

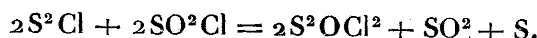
» J'ai analysé cette matière en la dissolvant dans l'acide azotique et en y

(1) Travail fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

dosant le soufre et le chlore. Voici les chiffres obtenus : ils conduisent à la formule S^2OCl^2.

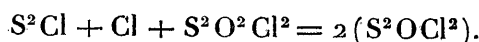
	Pour 100.	Calculé.
Cl................	64,1	63,9
S................	28,7	28,8

» La réaction qui lui donne naissance peut être représentée par la formule



$$2S^2Cl + 2SO^2Cl = 2S^2OCl^2 + SO^2 + S.$$

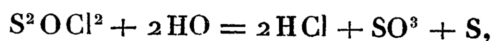
» J'ai obtenu, quoique plus difficilement, une substance de même composition, en chauffant à 250° un mélange de chlorure de thionyle et de chlorure de soufre saturé de chlore.



$$S^2Cl + Cl + S^2O^2Cl^2 = 2(S^2OCl^2).$$

» 2. C'est un liquide d'un rouge foncé, d'une odeur plus vive que celle du chlorure de soufre, qu'il rappelle d'ailleurs beaucoup. Sa densité à 0° est égale à 1,656.

» La décomposition par l'eau est assez complexe : elle donne lieu à un précipité de soufre, en partie insoluble dans le sulfure de carbone ; il se forme de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique et de l'acide sulfureux, mais on observe la formation simultanée d'une notable proportion d'acides thioniques. Les deux réactions principales peuvent être ainsi formulées :

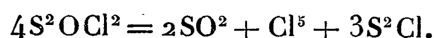


$$S^2OCl^2 + 2HO = 2HCl + SO^3 + S,$$



$$4(S^2OCl^2) + 8HO = 8HCl + 2SO^3 + 3SO^2 + S^3.$$

» 3. Sous l'influence de la chaleur, ce nouvel oxychlorure se détruit, comme je l'ai dit, très aisément, même au-dessous de 100°. On obtient alors du chlorure de soufre, du chlore et de l'acide sulfureux : les deux gaz sont entre eux dans les rapports de volume indiqués par la formule



$$4S^2OCl^2 = 2SO^2 + Cl^5 + 3S^2Cl.$$

Si l'on opère en vase clos, une partie des gaz se recombine pendant le refroidissement.

» Cette facile décomposition rend assez incertaine la mesure de la densité de vapeur. Signalons cependant, sous toutes réserves, les chiffres obtenus à basse tempétature. Avec l'appareil Meyer à 100°, j'ai trouvé les densités 3,98; 3,84; 3,75. Par le méthode de M. Dumas, à 60° sous une pression de 10^{cc} de mercure, 3,9. Dans cette expérience à très faible

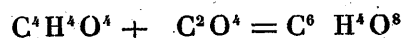
pression, la décomposition paraissait avoir été évitée complètement.) Ces nombres conduisaient bien à la formule $S^2OCl^2 = 111^{gr} = 4^{vol}$ (densité calculée, 3,84).

» 4. L'alcool absolu exerce sur le composé S^2OCl^2 une action des plus vives. Il se dégage de l'acide chlorhydrique, mêlé d'éther chlorhydrique et de vapeurs sulfurées. En même temps, le liquide se décolore, sans qu'il y ait précipité : dans les mêmes conditions, le chlorure de soufre fournirait un abondant dépôt de soufre. L'addition d'une trace d'eau dans le liquide alcoolique détermine un précipité du soufre. Si l'on distille, on recueille d'abord l'excès d'alcool, puis, à un certain moment, on voit se séparer une grande quantité de soufre : enfin la majeure partie passe à 150° et présente la composition de l'éther sulfureux neutre.

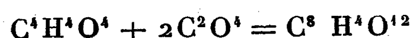
» Il y a lieu de supposer qu'il préexiste dans le liquide alcoolique un éther d'un acide particulier S^2O^3, lequel se transformerait en acide sulfureux, par perte de soufre. Dans cette hypothèse, le composé que je viens de décrire dériverait de S^2O^3 par substitution de Cl^2 à O^2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du cyanure de potassium sur le trichloracétate de potassium*. Note de M. **E. Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

» La théorie indique que l'acide acétique est susceptible de fixer indirectement trois molécules d'acide carbonique pour donner naissance aux composés suivants :



$$C^4H^4O^4 + C^2O^4 = C^6H^4O^8$$



$$C^4H^4O^4 + 2C^2O^4 = C^8H^4O^{12}$$



$$C^4H^4O^4 + 3C^2O^4 = C^{10}H^4O^{16}.$$

» Le premier de ces corps est connu : c'est l'acide malonique de synthèse, ou acide acétocarbonique.

» J'ai essayé de préparer le troisième, en prenant pour point de départ l'acide trichloracétique. J'ai d'abord opéré sur le mélange suivant :

Acide trichloracétique........	50^{gr}
Cyanure de potassium	100^{gr}

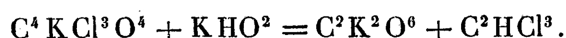
» L'acide, dissous dans trois fois son poids d'eau, a été saturé exactement par du bicarbonate de potassium, puis traité par le cyanure de potassium pulvérisé.

» La réaction commence vers 75°; elle s'achève au voisinage de 85°. Le

liquide se colore fortement et il s'en dégage continuellement des gaz et des vapeurs qui simulent une sorte d'ébullition.

» En recueillant les produits gazeux sur une petite cuve à eaux, j'ai obtenu de l'acide carbonique sensiblement pur, car il ne contenait qu'une faible quantité d'un gaz non absorbable par la potasse et brûlant avec une flamme verte; ce gaz est de l'oxyde de carbone accompagné d'une trace d'un composé chloré. A la fin de l'opération, l'eau de la cuve contenait de l'acide cyanhydrique, et il s'y était déposé un liquide dense, bouillant entièrement à 61°, formé par conséquent de chloroforme parfaitement pur.

» En réagissant sur le trichloracétate de potassium en solution concentrée, le cyanure de potassium se comporte donc à la manière d'un alcali :



$$C^4KCl^3O^4 + KHO^2 = C^2K^2O^6 + C^2HCl^3.$$

» Après la réaction, le liquide qui reste dans la cornue est formé du carbonate de potassium et du chlorure de potassium; il renferme en outre une matière noire, soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Sursaturé par un courant gazeux d'acide chlorhydrique, il ne donne pas de chlorhydrate d'ammoniaque, ne cède rien à l'alcool et à l'éther. Il ne s'est donc pas produit, dans ces circonstances, un acide organique nouveau.

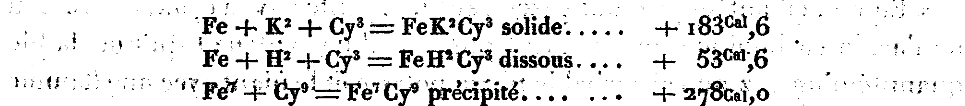
» L'expérience a été recommencée en saturant seulement à demi l'acide trichloracétique par le bicarbonate de potassium. Le résultat a été le même que le précédent : avec 25^{gr} d'acide trichloracétique, j'ai obtenu 17^{gr} de chloroforme. La théorie indique 18,2.

» Enfin, dans une troisième série d'essais, j'ai traité directement l'acide trichloracétique par le cyanure de potassium, à une température ne dépassant pas 60°. Le liquide s'est foncé peu à peu, sans dégagement de gaz, avec formation de chloroforme. Après sursaturation avec l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu par l'éther un corps cristallisé, que j'examine en ce moment et qui sera, s'il y a lieu, l'objet d'une autre Communication. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide ferricyanhydrique.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« Les données thermiques relatives aux ferrocyanures et aux composés de la même famille concernent la chaleur de formation depuis les éléments

du ferrocyanure de potassium, de l'acide ferrocyanhydrique et du bleu de Prusse, nombres déterminés par M. Berthelot :



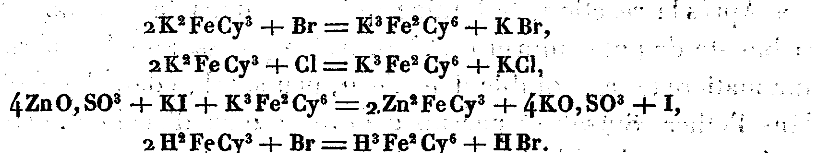
$$Fe + K^2 + Cy^3 = FeK^2Cy^3 \text{ solide} \ldots\ldots \quad +183^{Cal},6$$
$$Fe + H^2 + Cy^3 = FeH^2Cy^3 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +53^{Cal},6$$
$$Fe^7 + Cy^9 = Fe^7Cy^9 \text{ précipité} \ldots\ldots \quad +278^{Cal},0$$

» Je me suis proposé de déterminer en particulier la chaleur de formation du ferricyanure de potassium et de l'acide ferricyanhydrique.

» CHALEUR DE FORMATION DU FERRICYANURE DE POTASSIUM. — J'ai employé quatre méthodes distinctes, afin de vérifier l'exactitude de ces méthodes par la concordance des résultats fournis.

» Voici les quatre réactions que j'ai utilisées :

» Deux prennent comme point de départ le ferricyanure de potassium ; une autre, le ferrocyanure de zinc ; une autre enfin, l'acide lui-même.



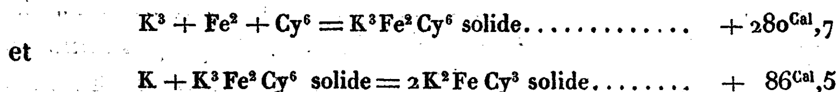
$$2K^2FeCy^3 + Br = K^3Fe^2Cy^6 + KBr,$$
$$2K^2FeCy^3 + Cl = K^3Fe^2Cy^6 + KCl,$$
$$4ZnO,SO^3 + KI + K^3Fe^2Cy^6 = 2Zn^2FeCy^3 + 4KO,SO^3 + I,$$
$$2H^2FeCy^3 + Br = H^3Fe^2Cy^6 + HBr.$$

» *Première méthode.* — Dans la première série d'expériences, on a employé le brome dissous en proportion théorique. On a toujours trouvé que le ferrocyanure de potassium était complètement transformé en ferricyanure.

» Trois expériences ont donné pour cette réaction les nombres suivants, vers 12° : $+2^{Cal},135$, $+1^{Cal},969$, $+1^{Cal},902$, ou en moyenne $+2^{Cal},0$.

» En outre, la chaleur de dissolution du ferricyanure de potassium ($Cy^6Fe^2K^3 = 329^{gr}$) a été trouvée, vers 12°,5, de $-14^{Cal},39$ et $-14^{Cal},45$, ou en moyenne de $-14^{Cal},4$ dans $400H^2O^2$.

» De là on déduit



$$K^3 + Fe^2 + Cy^6 = K^3Fe^2Cy^6 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +280^{Cal},7$$

et

$$K + K^3Fe^2Cy^6 \text{ solide} = 2K^2FeCy^3 \text{ solide} \ldots\ldots \quad +86^{Cal},5$$

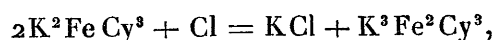
» *Deuxième méthode.* — Dans la deuxième série d'expériences, on a employé un courant de chlore sec que l'on faisait arriver dans un ballon contenant une dissolution de ferrocyanure de potassium à un demi-équivalent par litre. Le ballon était pesé avant et après l'expérience. Pour éviter un excès de chlore, on avait soin de ne faire arriver dans le ballon qu'une quantité de chlore insuffisante pour tout transformer. Puis, à la fin de l'expérience, on dosait le cyanure jaune non transformé, au moyen d'une

solution titrée de permanganate de potasse. Les nombres fournis par ces dosages et par la pesée directe du ballon ont toujours été différents :

	I.	II.	III.
Chlore employé d'après la pesée des ballons	2,357 gr	1,808 gr	1,463 gr
Chlore utilisé dans la transformation du cyanure jaune	2,122	1,638	1,320

» C'est toujours, très sensiblement, la même quantité relative de chlore, un dixième, qui a produit une réaction différente. Cette réaction différente doit consister principalement dans l'action du chlore sur l'eau. Il y a aussi un composé vert qui se forme par l'action du chlore sur le ferricyanure formé. Ce composé se dépose à la longue; il était en très petite quantité.

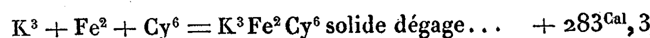
» La réaction



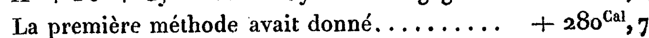
$$2K^2FeCy^3 + Cl = KCl + K^3Fe^2Cy^3,$$

calculée d'après le cyanure réellement transformé (et non d'après le chlore pesé) a donné : $+15^{Cal},0$, $+14^{Cal},5$, $+14^{Cal},2$; en moyenne $14^{Cal},5$.

» On conclut de là



$K^3 + Fe^2 + Cy^6 = K^3Fe^2Cy^6$ solide dégage... $+283^{Cal},3$



La première méthode avait donné.......... $+280^{Cal},7$

Mais la différence entre la quantité de chlore employée et la quantité utilisée montre que la deuxième méthode n'est pas susceptible de donner des résultats précis.

» Ce manque de concordance entre les résultats fournis par l'emploi du chlore et du brome m'a fait chercher d'autres procédés.

» L'iode donne une réaction incomplète, limitée par la réaction inverse avec le ferrocyanure de potassium. Si l'on calcule la chaleur que dégagerait la réaction



$$2K^2FeCy^3 \text{ dissous} + I \text{ solide} = K^3Fe^2Cy^3 \text{ dissous} + KI \text{ dissous},$$

si elle s'effectuait, on trouve, en prenant pour la chaleur de formation du ferricyanure de potassium le nombre donné par le brome, $+280^{Cal},7$, que cette réaction répond à une absorption de $-14^{Cal},2$.

» Au contraire, la réaction inverse est possible et complète, si l'on met du ferricyanure de zinc en présence de l'acide iodhydrique. Il se forme du ferrocyanure de zinc, et de l'iode est mis en liberté.

» Voici comment l'on a opéré : au lieu d'acide iodhydrique, on a pris un mélange d'iodure de potassium et d'acide chlorhydrique à équivalents

égaux. Voici les deux cycles qui ont permis de calculer la chaleur de formation du ferricyanure de potassium :

État initial..........	$K^4, Fe^2, Cy^6, I, 4ZnO, SO^2$ dissous, HCl dissous
État final...........	$2Zn^2FeCy^3, 4KOSO^3, I$

Premier cycle.

	Cal
$2(K^2 + Fe + Cy^3) = 2K^2FeCy$ solide	$+367,2$
$2K^2FeCy^3$ solide + eau = $2K^2FeCy^3$ dissous	$-12,0$
$2K^2FeCy^3$ dissous + $4ZnO, SO^3$ dissous = $2Zn^2FeCy^3 + 4KO, SO^2$	$+6,6$
$2Zn^2FeCy^3 + 4KO, SO^3 + I + HCl$	$0,0$
	$+361,8$

Second cycle.

	Cal
$K^3 + Fe^2 + Cy^6 = K^3Fe^2Cy^6$ solide	x
$K^3Fe^2Cy^6$ solide + eau = $K^3Fe^2Cy^6$ dissous	$-14,4$
K + I solide = KI dissous	$+74,7$
$K^3Fe^2Cy^6$ dissous + $4ZnO, SO^3$ dissous + KI dissous + HCl diss. = $2Zn^2FeCy^3$ précipité + $4KO, SO^3$ dissous + HCl dissous + I solide	$+21,2$
	$x + 81,5$

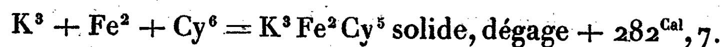
De là on tire

$$x = 361^{Cal},8 - 81^{Cal},5 = 280^{Cal},3.$$

» Cette méthode est bonne, parce que la transformation est complète, comme je m'en suis assuré en dosant l'iode mis en liberté au moyen d'une solution titrée d'hyposulfite de soude.

» Elle conduit sensiblement au même nombre que la méthode par le brome : $280^{Cal},3$ au lieu de $280^{Cal},7$.

» *Quatrième méthode.* — Cette méthode consiste à transformer l'acide ferrocyanhydrique en acide ferricyanhydrique, au moyen du brome. Connaissant la chaleur dégagée dans cette réaction et les chaleurs de formation de ces deux acides, on peut en conclure la chaleur de formation du ferricyanure de potassium. Je m'occuperai dans une prochaine Note des chaleurs de neutralisation de ces deux acides par la potasse. En en tenant compte, cette méthode a donné le résultat suivant :


$$K^3 + Fe^2 + Cy^6 = K^3Fe^2Cy^5 \text{ solide, dégage } + 282^{Cal},7.$$

» Ce résultat s'écarte un peu des précédents de 2^{Cal} environ. Mais cette méthode est moins directe; aussi nous adopterons le nombre $+ 280^{Cal},5$, qui est la moyenne des nombres fournis par les deux méthodes les meilleures et les plus concordantes. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la galactine.* Note de M. A. **Muntz.**

« En examinant, au point de vue de la composition chimique, les organes des végétaux, on est frappé de l'abondance des substances non définies qu'on y rencontre. J'ai cherché à isoler quelques-unes de ces substances, qui ont un rôle également important, comme éléments du tissu végétal et comme matières alimentaires. La galactine, que j'ai pu extraire des graines des légumineuses, présente un intérêt particulier et ses réactions très nettes permettent de la regarder comme une espèce chimique définie.

» Pour la préparer, on traite la graine de luzerne pulvérisée, par de l'eau contenant un peu d'acétate neutre de plomb; on ajoute, à la liqueur obtenue, un léger excès d'acide oxalique, qui précipite le plomb, et de la chaux dissoute, puis on additionne le liquide clair d'une fois et demie son volume d'alcool à 92°. On obtient ainsi une masse blanche, qui reste attachée à la baguette avec laquelle on remue le liquide. On exprime, on lave à l'eau fortement alcoolisée, on redissout dans l'eau et on précipite une seconde fois par l'alcool.

» Ainsi préparée et séchée à l'air, cette matière se présente sous la forme de rognons blancs, translucides, contenant de petites quantités de matières minérales. Elle se gonfle dans l'eau, en se dissolvant lentement, à la manière de la gomme arabique. La solution est visqueuse, mais limpide; elle ne précipite pas par l'acétate neutre de plomb, mais par les acétates basiques; elle se comporte, vis-à-vis des combinaisons métalliques, comme la gomme arabique.

» Sa composition est celle des gommes :

	I.	II.	Théorie pour $C^{12}H^{10}O^{10}$.
Carbone	44,54	44,30	44,44
Hydrogène	6,11	6,17	6,17
Oyygène, par différence	49,40	49,53	49,39

» Elle est dextrogyre; son pouvoir rotatoire, rapporté à la raie du sodium et calculé à l'aide de la formule de M. Berthelot, est de 84°,6.

» Elle donne naissance à de grandes quantités d'acide mucique, lorsqu'on l'attaque par l'acide azotique.

» Traitée à la température de 100°, par les acides minéraux très étendus, elle se transforme lentement en matières sucrées qui, amenées à l'état de

sirop, donnent des cristaux durs, brillants, qu'il est facile de purifier par des cristallisations répétées dans l'alcool. Il reste une matière sucrée incristallisable.

» Les cristaux, peu solubles dans l'alcool froid, se dissolvent dans l'alcool bouillant, d'où ils se déposent sous la forme de croûtes cristallines.

» Leur saveur est faiblement sucrée; ils sont très différents de l'arabinose, sucre que l'on obtient généralement en traitant les gommes par les acides étendus. Toutes leurs propriétés les rapprochent du galactose α de M. Fudakowsky, que l'on obtient par le dédoublement du sucre de lait.

» La comparaison avec le galactose, retiré du sucre de lait, a montré l'identité complète des deux produits.

» Le point de fusion a été trouvé :

Pour le galactose du sucre de lait, de........	161°
Pour le sucre de la galactine, de...........	161°

tandis que le point de fusion de l'arabinose est voisin de 143°.

» Le pouvoir rotatoire, pris dans les mêmes conditions de température et de concentration, a été :

Pour le galactose du sucre de lait, de.....	+ 80°,8
Pour le sucre de la galactine, de........	+ 80°,8

» Ce pouvoir rotatoire n'est stable, pour les deux sucres, qu'au bout de quelques heures, ou après une courte ébullition.

» La gomme extraite de la graine de luzerne est donc une substance distincte, caractérisée par un pouvoir rotatoire dextrogyre élevé et par la propriété de donner, sous l'influence des acides étendus, les produits de dédoublement du sucre de lait. Nous proposons, en raison de cette dernière propriété, de lui donner le nom de *galactine*.

» Cette gomme est abondamment répandue dans les produits végétaux; les graines de légumineuses, surtout celles qui ne contiennent pas d'amidon, en renferment de grandes quantités. Elle paraît localisée dans le testa; le testa de la graine de luzerne en donne jusqu'à 42 pour 100 de son poids.

» Elle est digérée par les animaux; on n'a cependant pas pu la saccharifier par l'action de la salive et du suc pancréatique.

» La propriété remarquable de ce corps, de donner naissance à du galactose, ne peut-elle pas permettre de le regarder comme faisant partie des matériaux dans lesquels les femelles des herbivores puisent les éléments

du sucre de lait, sécrété par leurs organes de lactation, et dont l'origine est encore entourée de mystère? Le sucre de lait est peu abondant dans le règne végétal; il n'a été signalé, avec certitude, que dans le suc du sapotillier, par M. G. Bouchardat.

» L'existence, dans des végétaux très répandus et employés à l'alimentation, de substances comme celle dont je viens de retracer les caractères principaux, montre que les éléments du sucre de lait se trouvent abondamment à la disposition des herbivores. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aconitates.* Note de M. **E. Guinochet**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« 1. Les idées admises, il y a trente ans, sur la neutralité ont faussé en plusieurs points l'histoire des sels des acides polybasiques. L'étude des aconitates que j'ai reprise en est un exemple. C'est ainsi que Baup pensait obtenir l'aconitate neutre de potasse, en neutralisant l'acide aconitique au tournesol; or, l'aconitate tripotassique, lequel est pour nous le sel neutre, possède une forte réaction alcaline. Il y a plus, à la même époque, pour avoir les différents sels d'un acide à $1^{éq}$ de base, on combinait des poids de cet acide multiples les uns des autres. Avec les acides bibasiques on produisait ainsi les sels mono et bimétalliques; mais, avec les acides tribasiques, on ne formait, dans certains cas, que des mélanges : les anciens diaconitates en sont la preuve; par leur composition, ils sont intermédiaires entre le sel bimétallique et le sel monométallique. Je ne rapporterai ici que ceux de mes résultats qui ne sont pas conformes aux publications antérieures.

» 2. En général, les solutions des aconitates se sursaturent facilement; elles se troublent fréquemment par l'ébullition en donnant un précipité qui se redissout plus ou moins pendant le refroidissement.

L'*aconitate monopotassique*, $C^{12}H^{5}KO^{12}$, s'obtient en ajoutant $1^{éq}$ de potasse à $1^{éq}$ d'acide aconitique tribasique. Les cristaux sont incolores et forment des prismes microscopiques, allongés et tronqués au sommet. Ils sont anhydres, solubles dans 9 parties d'eau à 17° et commencent à se décomposer à 110°.

L'*aconitate dipotassique*, $C^{12}H^{4}K^{2}O^{12} + 2HO$, se prépare, comme le précédent, avec $2^{éq}$ de potasse. Il forme des petits prismes fréquemment maclés par la face la plus développée, perdant leurs $2^{éq}$ d'eau à 130°, se décomposant vers 150° et solubles dans 2,65 parties d'eau à 16°.

L'*aconitate tripotassique*, $C^{12}H^{3}K^{3}O^{12} + 4HO$, se prépare comme le premier, avec $3^{éq}$ de potasse. Il forme des aiguilles extrêmement déliées, soyeuses, rayonnant autour d'un

centre, très déliquescentes. Il perd les deux premiers équivalents d'eau à 100°, les deux derniers seulement vers 190°, et ne se décompose que vers 200°.

L'*aconitate trisodique*, $C^{12}H^{3}Na^{3}O^{12} + 2HO$, a été obtenu par évaporation spontanée d'une solution très concentrée de 1^{éq} d'acide aconitique et de 3^{éq} de soude. Il est cristallisé; desséché à 50°-60° dans un courant d'air, il conserve 2^{éq} d'eau, qu'il perd à 100° ou même à la température ordinaire dans le vide sec.

L'*aconitate trilithinique*, $C^{12}H^{3}Li^{3}O^{12} + 4HO$, se prépare en saturant à l'ébullition l'acide aconitique par 3^{éq} de carbonate de lithine. Il est incolore et cristallin; il se dissout abondamment dans l'eau, en formant des liqueurs alcalines au tournesol, qui se sursaturent facilement. Il perd 2^{éq} d'eau à 145° et les deux derniers à 180°, la décomposition n'ayant lieu qu'à partir de 200°.

L'*aconitate dicalcique*, $C^{12}H^{4}Ca^{2}O^{12} + 2HO$, a été préparé en ajoutant à 1^{éq} d'acide aconitique 2^{éq} de chaux et abandonnant à l'évaporation spontanée. Il constitue une masse amorphe, gommeuse, fendillée, excessivement soluble dans l'eau. Il perd à 100° son premier équivalent d'eau, à 130° le second et se décompose vers 145°.

» L'*aconitate tricalcique*, $C^{12}H^{3}Ca^{3}O^{12} + 3HO$, peut se préparer par l'acide aconitique et le carbonate de chaux ou la chaux. Lorsqu'on fait à froid la saturation et l'évaporation, le sel ne cristallise pas et forme un résidu gommeux, très soluble dans l'eau froide et répondant à la formule $C^{12}H^{3}Ca^{3}O^{12} + 3HO$. Si, au contraire, on chauffe à 80°-90°, ou mieux à 100°, la liqueur fournit un précipité cristallisé qui ne disparaît qu'en partie par le refroidissement, et d'autant moins que la température a été plus élevée et plus longtemps maintenue. Ce précipité a la même composition que le sel amorphe; il s'obtient facilement à l'ébullition, sous forme de prismes obliques à base rhombe, inaltérables à 100°, perdant 2^{éq} d'eau à 210°, mais ne subissant plus de perte de poids, même après soixante-douze heures de chauffe à 310°. L'aconitate de chaux cristallisé est très peu soluble dans l'eau, mais sa solubilité augmente peu à peu au contact de ce liquide et il repasse alors à l'état de sel amorphe et soluble.

» L'*aconitate tristrontianique*, $C^{12}H^{3}Sr^{3}O^{12} + 3HO$, ressemble beaucoup au sel de chaux. Il perd toute son eau à 220°, se décompose vers 280° et se dissout dans 160 parties d'eau à 16°; sa solution précipite à l'ébullition.

» L'*aconitate monobarytique*, $C^{12}H^{5}BaO^{12}$, se prépare par la baryte et l'acide aconitique; sa solution se sursature très facilement. C'est une poudre cristalline, anhydre, incolore, formée de petits prismes courts, solubles dans 24 parties d'eau à 17°, et décomposable vers 130°.

» L'*aconitate tribarytique*, $C^{12}H^{3}Ba^{3}O^{12} + 3HO$, résulte de la précipitation du chlorure de baryum par l'acide aconitique ou un aconitate alcalin. Il est gélatineux et insoluble dans l'eau; il perd son premier équivalent d'eau à 100°, un second à 180° et le troisième à 200°; il ne se décompose que vers 280°.

» L'*aconitate trimagnésique*, $C^{12}H^{3}Mg^{3}O^{12} + 3HO$, se prépare par l'action d'une solution bouillante d'acide aconitique sur le carbonate de magnésie. La solution se sursature très facilement et est alcaline. Les cristaux ont l'aspect de petits octaèdres allongés ou de prismes pyramidés, se dissolvent dans 9,6 parties d'eau à 17° et perdent leur eau à 180°.

» L'*aconitate tricobaltique*, $C^{12}H^{3}Co^{3}O^{12} + 3HO$, qui s'obtient par la réaction de l'acide aconitique sur le carbonate de cobalt récemment précipité, est une poudre rose soluble seu-

lement dans 29 parties d'eau à 16°. A 200°, il devient violet foncé; à 215°, il perd son eau en prenant une couleur bleue intense, et à 220° il se décompose.

» L'*aconitate de nickel* se prépare à froid par l'acide libre et le carbonate. A l'ébullition, la solution donne un précipité vert pâle, $C^{12}H^4Ni^2O^{12} + HO$, qui perd son eau à 190° et se décompose à 225°. Par ébullition prolongée, celui-ci se change en cristaux d'un vert plus foncé, de formule $C^{12}H^3Ni^3O^{12} + 6HO$, ne perdant leur eau qu'à 220° et se décomposant à 230°.

» L'*aconitate tricadmique*, $C^{12}H^3Ca^3O^{12} + 6HO$, se produit dans les mêmes conditions. Sa solution précipite à l'ébullition et dépose par évaporation, à 80°-90°, des prismes quadratiques ou orthorhombiques, peu volumineux, mais très nets et très brillants. Ces derniers se dissolvent dans 906,5 parties d'eau à 17°, deviennent anhydres à 150° et se décomposent vers 180°.

» L'*aconitate trizincique* se prépare encore de même. Sa solution précipite à l'ébullition ou 80°, et le précipité se redissout à froid; si l'on a maintenu l'ébullition, il ne se redissout que lentement. J'ai obtenu, en chauffant la solution à 110°-130°, pendant soixante-dix heures, en vases scellés, un sel cristallisé insoluble dans l'eau froide ou chaude, répondant à la formule $C^{12}H^3Zn^3O^{12} + 3HO$, perdant son eau à 125° et se décomposant au-dessus de 180° (1). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la hiératite, nouvelle espèce minéralogique.* Note de M. **Alph. Cossa**, présentée par M. Friedel.

« Tout près des fumerolles du cratère de l'île Vulcano (Lipari), on trouve des concrétions stalactitiformes qui cimentent une espèce de tuf composé de menus fragments de trachytes et de laves décomposés. Ces concrétions ont une couleur grisâtre, et sont parsemées de veinules de soufre sélénié, de sulfure d'arsenic et saupoudrées d'efflorescences de chlorure de fer et d'ammonium. Elles ont une texture le plus souvent spongieuse, très rarement compacte et presque vitreuse. En les observant avec la loupe, on y trouve quelques lamelles d'acide borique et une grande quantité de très petits cristaux que, au premier abord, j'étais incliné à considérer comme formés par de l'alun potassique (riche en cœsium et rubidium), que j'avais déjà étudié en 1877 parmi les produits de l'île Vulcano.

» Lorsqu'on traite ces concrétions avec une grande quantité d'eau distillée bouillante, elles s'y dissolvent pour les trois quarts de leur poids. La solution filtrée a une réaction acide et laisse immédiatement déposer une quantité relativement considérable d'une matière gélatineuse, en lamelles iri-

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie, sous la direction de M. le professeur Jungfleisch.

sees, qui, après dessiccation sur du papier, se change en une masse de petits cristaux incolores, monométriques, dont la forme prédominante est le cube modifié par les facettes de l'octaèdre. L'analyse de ces cristaux a démontré qu'ils ont une composition qui concorde exactement avec celle du fluosilicate de potassium ($2KFl, SiFl^4$), dont ils présentent tous les caractères. De 3^{kg} de ces concrétions j'ai pu retirer, par le seul traitement avec l'eau, plus de 200^{gr} de fluosilicate de potassium pur.

» Comme ce sel n'a pas encore été trouvé parmi les produits naturels, je crois pouvoir le considérer comme un nouveau minéral, pour lequel je propose le nom de *hiératite*, d'après le mot *Hiera*, avec lequel on désigne en grec l'île Vulcano.

» Dans les concrétions de Vulcano, la *hiératite* se trouve associée aux minéraux suivants : soufre sélénié, réalgar, mirabilite, glaubérite, acide borique, aluns de potassium, de cœsium et de rubidium, et à des combinaisons, solubles dans l'eau, d'arsenic, de fer, de thallium, de zinc, d'étain, de bismuth, de plomb et de cuivre.

» Le cœsium est plus abondant que le rubidium, et de 3^{kg} de concrétions, par cristallisation fractionnée, j'ai retiré presque 4^{gr} d'alun de cœsium pur.

» Le thallium, qui se trouve à l'état d'alun, est dans la proportion d'un millième. Après le fer, le métal qui prédomine dans la solution aqueuse (peut-être à l'état de fluostannate alcalin) est l'étain. Mais aussi les autres métaux (zinc, plomb, bismuth, cuivre) s'y trouvent en quantités telles, qu'on peut les reconnaître et les séparer très facilement par les méthodes analytiques ordinaires.

» Je me permets d'appeler l'attention de l'Académie sur la présence de combinaisons *solubles* d'étain et de bismuth qui, autant que je sache, n'ont pas encore été observées dans les produits des exhalations volcaniques. »

ZOOLOGIE. — *Actiniaires atlantiques des dragages de l'aviso* le Travailleur. Note de M. A.-F. MARION, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Les Actiniaires recueillis dans le golfe de Gascogne par la Commission du *Travailleur* se rapportent à sept espèces, dont six sont nouvelles pour la science ; ce sont : *Chitonactis Richardi*, nov. sp., *Gephyra Dohrnii*, v. Koch, *var. : vasconica*, *Edwardsia flaccida*, nov. sp., *Edwardsia scabra*, nov. sp., *Edwardsia rigida*, nov. sp., *Palythoa glomerata*, nov. sp., *Palythoa Eupaguri*, nov. sp.

» Ces animaux ne peuvent évidemment, en l'état de nos connaissances, servir à des considérations de géographie zoologique; nous devons constater cependant que, parmi eux, le seul type connu (*Gephyra Dohrnii*) se rattache à la faune méditerranéenne. Mais la physionomie réelle des Cœlentérés du golfe de Gascogne ne sera bien indiquée que lorsque nous joindrons aux Actiniaires de cette région les Coraux et les Alcyonaires qui offrent, à côté de plusieurs formes inédites, des espèces méditerranéennes et mexicaines.

» Il faut remarquer, en premier lieu, la place importante qu'occupe dans notre liste le genre *Edwardsia*. Déjà Moseley a trouvé une Edwardsie (*Ed. coriacea*) vers le cap Saint-Vincent, par 600 brasses de fond. Notre *Edwardsia flaccida* était représentée par de nombreux individus, à diverses stations, depuis 600^{m} jusqu'à 1160^{m}. Les *Edwardsia scabra* et *rigida* descendent également jusqu'à 1100^{m}. Du reste, ces diverses espèces ne diffèrent pas organiquement de celles qui fréquentent les rivages. Elles n'ont toutes que huit cloisons, bien que leurs tentacules soient plus nombreux, comme si elles rappelaient l'un des stades les plus intéressants de l'embryogénie des Actinies.

» L'histologie rentre dans le plan de structure ordinaire, mais des particularités morphologiques externes caractérisent très nettement nos trois espèces.

» Chez l'*Edwardsia flaccida* la portion rugueuse de la colonne est d'une teinte brun jaune assez vive. Elle est parcourue par huit sillons correspondant aux septa. La région pédieuse peut faire hernie en une ampoule hyaline. La partie supérieure de la colonne est lisse et colorée en carmin foncé. Les tentacules sont au nombre de dix.

» L'*Edwardsia scabra* est également sillonnée, mais elle se distingue par les tubérosités de sa colonne. L'*Edwardsia rigida* est d'une teinte brune caractéristique et offre des saillies mésodermiques particulières.

» Les *Palythoa* sont signalés depuis longtemps déjà dans les grandes profondeurs. Le *Palythoa glomerata* forme des cormus en lames encroûtantes sur les radioles de Cidaris, sur les Coraux et sur les Isis. Le *Palythoa Eupaguri* vit en curieux commensalisme avec une espèce nouvelle d'Eupagurus [1], auprès de laquelle il joue le rôle de l'*Adamsia palliata*, toujours associée à l'*Eupagurus Prideauxii*.

» Le *Gephyra Dohrnii* du golfe de Gascogne est plus vivement coloré que les individus méditerranéens. Il est aussi un peu plus grand. Nous ne

---

[1] *Eupagurus Jacobi* (A.-Milne Edwards).

l'avons vu qu'isolé sur des tiges d'Isis. Nous le considérons comme une race atlantique. C'est incontestablement à côté de ce type, et par conséquent dans le voisinage des *Paractis*, qu'il faut ranger les *Actinia abyssicola* et *gelatinosa* trouvées par Moseley à Amboine et aux Bermudes, sur des Isidiens des grands fonds.

» Le *Chitonactis Richardi* compte parmi les plus grandes Actinies et trouve sa place dans la famille des Bunodidés. Ce genre, créé par Fischer, est caractérisé par son faux épiderme, de telle sorte qu'il est aux *Bunodes* vrais ce que la *Phellia* est aux *Sagartia*. Du reste, la structure histologique du Chitonactis est bien distincte de celle des Bunodes. L'ectoderme est formé de cellules minces et fusiformes, toutes semblables. La colonne étant épaisse et coriace, le mésoderme prend un grand développement et présente à son centre des îlots très nombreux de faisceaux musculaires annulaires, identiques à ceux du *Calliactis effœta*. L'existence d'une constitution histologique si particulière chez ces deux Actinies, parfaitement distinctes d'ailleurs, correspond évidemment à la rigidité de la colonne dont la contraction ne pouvait s'effectuer qu'en mettant en jeu un système musculaire mésodermique représenté sans doute d'une manière rudimentaire chez divers types, mais offrant ici son maximum de développement.

» Le *Chitonactis Richardi* a été rencontré dans deux conditions totalement différentes, dont l'influence a suffi pour réaliser deux races très remarquables. L'une est représentée par de grands individus fixés sur les rameaux du *Mopsea elongata*. La colonne est presque totalement lisse et les dépôts cuticulaires n'existent que sur les tubercules. Le pied saisit les branches de l'Isidien en poussant des languettes ou en se repliant en deux grosses lèvres. L'autre race comprend des individus un peu plus petits, recueillis plus près de la côte et seulement à 306^{m} de profondeur. Leur colonne est entièrement couverte par les lamelles cuticulaires. Ces Chitonactis se fixent directement sur le fond sablo-vaseux, de telle sorte que le pied, ne trouvant pas une résistance suffisante, s'envase en produisant une vaste ampoule qui rappelle l'extrémité du corps de certaines Actinies errantes.

» On voit que cette petite collection de Zoanthaires malacodermés offre un intérêt réel : elle méritait d'autant plus une mention spéciale, que les espèces des grands fonds sont encore très peu connues. Il nous suffira de faire remarquer que Moseley n'a décrit que six formes abyssales à la suite de la longue expédition du *Challenger*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Echinides fossiles de l'île de Cuba.* Note de M. Cotteau, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Dans une Note présentée, en 1870, à l'Académie, j'ai signalé deux espèces curieuses d'Échinides fossiles provenant de l'île de Cuba, et appartenant au genre *Asterostoma*, d'Orbigny. Depuis cette époque, j'ai pu étudier plusieurs autres Échinides de l'île de Cuba, et je connais aujourd'hui vingt espèces d'Oursins fossiles recueillis dans cette localité (¹).

» Parmi les espèces nouvelles les plus intéressantes, j'indiquerai l'*Echinopedina cubensis*, remarquable par la disposition toute particulière de ses pores ambulaciaires et par la structure de ses tubercules principaux et secondaires, perforés, mais non crénelés. Le genre *Echinopedina* ne renferme encore qu'une seule espèce, bien différente de celle qui nous occupe, l'*Echin. Gacheti*, du terrain éocène de Blaye (Gironde). Je citerai également l'*Echinoconus Lanieri*, mentionné par d'Orbigny, mais qui n'a jamais été ni décrit, ni figuré, espèce globuleuse, de petite taille, de forme très élégante et se distinguant de tous ses congénères par son appareil apical muni de cinq plaques génitales perforées ; le *Brissopsis Jimenoi*, facilement reconnaissable à ses grandes dimensions, à sa forme allongée, à son appareil apical, presque central, à ses aires ambulacraires formant, de chaque côté du sommet, un demi-cercle très prononcé; le *Breynia cubensis*, espèce voisine du *Breynia Australiæ*, mais qui cependant en diffère par sa forme beaucoup plus déprimée, par son sillon antérieur moins apparent et ses aires ambulacraires plus larges et plus anguleuses; c'est la première fois que le genre *Breynia*, dont on ne connaît qu'une seule espèce vivant dans les mers actuelles, se rencontre à l'état fossile. Signalons encore le *Macropneustes cubensis*, espèce de grande taille, présentant parfaitement tous les caractères du genre, et formant cependant un type particulier que caractérisent sa forme presque circulaire, sa face supérieure bombée et subhémisphérique, sa face inférieure plane et tranchante sur les bords, son sillon antérieur à peine apparent, ses aires ambulacraires longues et étroites, son péristome semi-circulaire, recouvert d'une lèvre épaisse et saillante.

» Nous n'avons sur le gisement des Échinides fossiles de l'île de Cuba que des données très incertaines; c'est seulement d'après la nature des

---

(¹) La description et les figures de ces espèces seront publiées très prochainement dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*.

genres et des quelques espèces existant dans d'autres pays que nous avons pu déterminer très approximativement leur position stratigraphique.

» Deux espèces paraissent appartenir au terrain crétacé :

Echinoconus Lanieri (d'Orbigny), Cotteau;
» *cubensis*, Cotteau.

» Le genre *Echinoconus* est considéré, en Europe, comme spécial au terrain crétacé; il ne serait cependant pas impossible que, dans la région des Antilles, ce genre ait continué à se développer dans les couches inférieures du terrain tertiaire.

» Dix espèces sont probablement éocènes :

Echinopedina cubensis, Cotteau;
Echinolampas Castroi, Cotteau;
» *semiorbis*, Guppy;
Asterostoma Jimenoi, Cotteau;
» *cubense*, Cotteau;
Hemiaster Dewalquei, Cotteau;
» *antillensis*, Cotteau;
Peripneustes Antillarum, Cotteau;
Macropneustes cubensis, Cotteau;
Breynia cubensis, Cotteau.

» Six espèces peuvent être regardées comme miocènes :

Clypeaster cubensis, Cotteau;
Encope Ciæ, de Costazar;
Echinolampas lycopersicus, Guppy;
Brissopsis Jimenoi, Cotteau;
Schizaster Scillæ (Leske), Agassiz;
» *Parkinsoni*, Agassiz.

» Deux espèces proviennent des calcaires concrétionnés plus récents; elles n'en sont pas moins tout à fait différentes des Échinides des mêmes genres vivant actuellement dans la mer des Antilles ou ailleurs :

Echinoneus orbicularis, Desor;
Hemiaster cubensis, d'Orbigny.

» Un fait remarquable et que M. de Loriol a récemment indiqué pour les Échinides éocènes d'Égypte et d'autres contrées, c'est la prédominance, à cette époque, des Oursins irréguliers. Nos Échinides fossiles de l'île de Cuba, éocènes et miocènes, obéissent à la même loi de développement, et,

sur les seize espèces tertiaires que nous avons décrites, une seule appartient aux Échinides réguliers. Ce fait singulier est d'autant plus intéressant à constater, qu'à l'époque actuelle les proportions sont toutes différentes. D'après la liste donnée, en 1874, par M. A. Agassiz, sur deux cent six espèces d'Échinides vivants, il y a cent douze Échinides réguliers, soit plus de la moitié. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les Astérophyllites.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les *Asterophyllites* ont été des plantes arborescentes, dont les tiges articulées et fistuleuses, les rameaux et les feuilles disposés en verticilles, rappellent encore bien mieux que les *Calamites* le port élégant des Prêles actuelles. Leurs empreintes, assez nombreuses, se trouvent réparties depuis la base du terrain houiller jusque dans les assises moyennes du terrain permien.

» Il y a quelques années (1), j'ai fait connaître avec détails la structure de deux fragments silicifiés, dont l'un se rapportait au sommet d'un épi d'Astérophyllite et renfermait des microspores, et l'autre, à la région inférieure, et contenait au contraire des macrospores.

» Aujourd'hui, je désire appeler l'attention sur un troisième fragment, recueilli, comme les deux premiers, dans les gisements silicifiés d'Autun. L'épi dont il s'agit appartient également aux Astérophyllites, mais il contient à la fois des *microsporanges* et des *macrosporanges*.

» Le diamètre de l'axe, avec son écorce, est de $4^{mm},4$; dépourvu de cette dernière, le cylindre ligneux atteint seulement $3^{mm},3$. Les fragments d'écorce qui ont été conservés sont creusés de lacunes longitudinales, dont la section transversale est allongée dans le sens du rayon. La surface extérieure revêtue de son épiderme est lisse; les cannelures longitudinales que l'on remarque souvent sur les *empreintes* d'Astérophyllites ne proviennent donc que du moulage du système ligneux interne équisétiforme.

» Les verticilles stériles, distants entre eux de $4^{mm},5$, portaient vingt-deux bractées.

» Les *sporangiophores*, insérés obliquement en nombre moitié moindre dans l'intervalle et un peu au-dessus des bractées stériles, devaient porter

(1) *Comptes rendus*, séance du 24 avril 1876; *Ann. des Sciences nat.*, 6e série, t. III, 1876.

quatre sporanges. La compression qu'a subie l'épi avant sa silicification a détaché ces derniers, que l'on retrouve au milieu des bractées; mais les uns renferment des *macrospores* sphériques, éparses dans le tissu du sporange et mesurant $0^{mm},18$ de diamètre; les autres contiennent des *microspores* polyédriques dont le diamètre ne dépasse pas $0^{mm},07$, par conséquent seize fois plus petites que les macrospores.

» Les Astérophyllites ont été rangés parmi les Équisétacées, à cause de la structure de leur tige, dont les faisceaux vasculaires, assez grêles, sont disposés de chaque côté de lacunes plus internes et s'anastomosent avec ceux de l'entre-nœud suivant, à la manière de ceux des Prêles, à cause également de l'organisation de l'écorce creusée de lacunes qui alternent avec les premières, et de la disposition en verticilles des rameaux et des feuilles.

» Mais l'étude des épis fossiles, composés de verticilles stériles et de verticilles fertiles, portant des microsporanges au sommet et des macrosporanges à la base, force d'élargir le cadre de cette classe et d'y établir deux sections analogues à celles qui sont admises dans la classification des Lycopodiacées vivantes, c'est-à-dire de reconnaître l'existence dans le passé d'*Équisétacées hétérosporées* et d'*Equisétacées isosporées*.

» Ces deux sections ont eu un certain nombre de genres remarquables, dont un seul, le genre *Equisetum*, comme l'on sait, a pu se transmettre jusqu'à nous. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la nature des sphérolithes faisant partie intégrale des roches éruptives*. Note de M. A.-MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« Les roches éruptives présentent fréquemment, à l'état d'élément intégrant non accidentel, des formations sphériques radiées, parfois à zones d'accroissement concentriques, que les pétrographes ont désignées sous le nom de *sphérolithes*. Telles sont les sphérolithes des pyromérides, des variolites, etc.

» On les a longtemps considérés comme formés d'une substance mal individualisée, peu définie, que l'on désignait sous le nom de *pétrosilex*. Dans une série de travaux antérieurs, j'ai cherché à démontrer que ces sphérolithes se divisent en deux grandes catégories : les uns doivent leurs propriétés à la silice colloïde ou cristallisée, qui les imprègne sous diverses formes; les autres sont composés de microlithes feldspathiques.

» Les premiers sont spéciaux aux groupes acides des rhyolithes, des

porphyres pétrosiliceux et globulaires, les autres au groupe des variolites et des roches plus basiques.

» L'action d'une lame de quartz parallèle, introduite à 45° entre les nicols croisés, permettant de distinguer les parties positives et les parties négatives des sphérolithes, apporte une nouvelle précision dans la détermination de leurs éléments.

» I. *Sphérolites pétrosiliceux à croix noire.* — 1° De petite taille, très réguliers, très finement radiés et comme estompés. Ils apparaissent dans les perlites et rhyolithes tertiaires, dans les pechsteins et les porphyres pétrosiliceux permiens. Ils sont imprégnés d'opale colloïde. L'emploi de la lame du quartz démontre que chacune de leurs fibres se comporte suivant sa longueur, comme un cristal *négatif;* la distribution des teintes se fait avec une grande régularité; le globule est très homogène. Tous ses caractères rappellent entièrement ceux que présentent les perles de verre comprimé, telles qu'on peut en extraire de la perlite de Balos, par exemple; ces perles, à action très régulière, présentent aussi le caractère *négatif*. Ainsi, les sphérolithes de cette première catégorie doivent leurs caractères optiques à la compression d'une matière colloïde ou vitreuse.

» 2° Sphérolithes de plus grande taille, des rhyolithes, des porphyres pétrosiliceux et des pyromérides; ils sont souvent associés aux précédents. Leurs fibres paraissent plus individualisées; ils présentent souvent des zones d'accroissement concentriques. L'emploi de la lame de quartz démontre que les fibres individualisées sont *positives;* ainsi ce sont de vrais cristaux de quartz, disposés radialement. Çà et là l'opale domine encore, et la distribution des teintes présente de nombreuses irrégularités.

» II. *Sphérolithes pétrosiliceux à quartz globulaire.* — Ces sphérolithes, difficiles à distinguer des précédents en lumière naturelle, et composés comme eux d'une série de fibres radiales, jouissent de la propriété de s'éteindre simultanément, dans toute leur étendue, quatre fois pour une rotation de 360° entre les nicols croisés. Quand ils entourent un fragment de quartz bipyramidé, leur extinction se fait simultanément avec celle du débris central.

» Ces sphérolithes, qui sont spéciaux à une famille de roches acides, intermédiaires entre les porphyres pétrosiliceux et les microgranulites, sont composés d'une substance encore en partie colloïde, dans laquelle la silice a cristallisé dans un sens unique. La lame de quartz met cette conclusion hors de doute : elle subit exactement la même modification de couleur de la part du débris de quartz central et du sphérolithe qui l'entoure. Çà et

là apparaissent des parties qui sont isotropes : c'est le restant du milieu colloïde auquel le sphérolithe a dû sa concrétion.

» III. *Sphérolithes feldspathiques.* — L'analyse optique et chimique des sphérolithes de la variolite de la Durance m'a induit à considérer chacune de leurs fibres comme des microlithes d'oligoclase, parfaitement individualisés et allongés suivant l'arête pg^1. L'emploi de la lame de quartz confirme cette opinion et met en évidence le caractère *négatif* de ces microlithes, qui doivent être allongés suivant l'axe α de l'ellipsoïde de ce feldspath.

» En résumé, l'emploi de la lame de quartz confirme et précise les résultats antérieurement acquis au sujet de la nature des sphérolithes, faisant partie intégrante des roches éruptives. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du terrain carbonifère marin en haute Alsace.* Note de M. BLEICHER, présentée par M. Hébert.

« Depuis les remarquables travaux de notre savant et regretté maître Schimper (1), on sait qu'il existe en haute Alsace, dans le terrain dit de transition des Vosges (grauwacke), de riches gisements de plantes appartenant à l'étage carbonifère inférieur ou du *culm*. La découverte de nombreuses Fougères, Lycopodiacées, Conifères, aux environs de Thann, de Burbach, modifia les idées des géologues, qui admettaient généralement que ce terrain était plus ancien, et le rapportaient, soit au silurien, soit au dévonien. Les conclusions auxquelles est arrivé Schimper viennent d'être confirmées par une découverte qui nous a mis en possession d'une faune carbonifère marine provenant de Burbach-le-Haut.

» Dans le courant de l'été 1881, M. Heiné, propriétaire de carrières, communiqua à M. Winckel, manufacturier et amateur zélé de paléontologie, des échantillons de grauwacke avec fossiles marins, provenant d'une fouille faite à 150^m ou 200^m des premières maisons de Burbach-le-Haut, au bord du chemin qui conduit par la montagne à Massevaux.

» Une collection de ces fossiles fut mise à la disposition de notre collaborateur, M. Mathieu Mieg, de Mulhouse, qui, en novembre, dans une visite faite à ce gisement, chercha inutilement les relations de cette nou-

(1) *Paléontologie du terrain de transition des Vosges* (*Mémoires de la Société des Sciences de Strasbourg*; 1862).

velle faune carbonifère marine avec la flore du culm, dont on retrouve des traces non loin de là, dans les carrières du Bettefels.

» Grâce à ses connaissances paléontologiques et aux belles collections du musée de la Société industrielle de Mulhouse, M. Mieg put reconnaître dans cette collection un certain nombre de types de la faune carbonifère marine. Il nous fit même remarquer, en nous envoyant ces fossiles, auxquels il joignit ceux de M. A. Scheurer, de Thann, qu'il lui semblait y reconnaître le faciès général de la faune du carbonifère de Tournay.

» Quoique nous pensions avoir affaire ici à un niveau un peu plus élevé que celui de Tournay, nous n'avons eu qu'à confirmer les observations de ce zélé géologue, et à y ajouter nos propres recherches paléontologiques et minéralogiques.

» Les fossiles carbonifères marins de Burbach-le-Haut sont engagés au milieu d'une roche grise olivâtre, à cassure bréchoïde, se distinguant de la vraie grauwacke, métamorphique ou non, par la vive effervescence que font certains échantillons de roche avec les acides. Cette effervescence est due à la présence de nombreux fossiles, microscopiques ou non, à test calcaire.

» Quelques fossiles sont siliceux ou revêtus d'un enduit ferrugineux ou cireux, qui rappelle par son apparence la pyrosclérite, si abondante, comme produit de décomposition, dans les roches métamorphiques des Vosges. Le fer s'y rencontre aussi sous la forme de rognons irréguliers de limonite.

» On peut reconnaître, dans la collection qui nous a été envoyée par M. Mathieu Mieg, les espèces suivantes, plus ou moins bien caractérisées : *Orthoceras martinianum* de Kon., *Cyrtoceras rugosum* de Kon., *Euomphalus helicoïdes* de Kon., *E. serpula?* de Kon., *E. acutus?* de Kon., *E. catilloïdes* Phill., *Natica elliptica* Phill., *Buccinum imbricatum* Sow., *Pleurotomaria interstrialis* de Kon., *Pl. concentrica* Phill., *Eulima* vois. de *Philipsiana* de Kon., *Conocardium alæforme* Sow., *C. armatum* Phill., *Avicula simplex* de Kon., *A. radiata?* Phill., *A. hemispherica* Phill., *Isocardia* (*Edmondia*) *unioniformis?* de Kon., *Productus giganteus* Mart., échantillons nombreux de petite et moyenne taille, *P. cora* d'Orb., *P. striatus?* Fisch., *Spiriferina indet.*, *Chonetes*, *Spirifer trigonalis* Sow.

» A cette liste, il faut ajouter une empreinte d'article de Crinoïde, des Foraminifères nombreux du genre *Endothyra*, des traces de Bryozoaires, des écailles incomplètes et rayons de Poissons ganoïdes paléoniscidés, enfin une empreinte unique, que nous serions tenté de rapporter à une pinnule de

Fougère. L'importance d'une pareille empreinte, au milieu d'une faune exclusivement marine, est évidente, mais il a été impossible de la déterminer avec précision, d'autant plus que sa forme ne permet pas de la rapporter aux espèces du culm de Burbach-le-Bas.

» La faune de Burbach-le-Haut, d'après les fossiles indiqués ci-dessus, est franchement carbonifère, mais l'abondance du *Productus giganteus* et la présence du *P. Cora* nous engagent à proposer de la mettre sur le niveau de Visé.

» On doit y remarquer la rareté des Bryozoaires et des Crinoïdes, l'absence jusqu'ici de Polypiers. La nature du fond vaseux au milieu duquel elle s'est développée pourrait expliquer ce fait, rare pour les gisements carbonifères.

» Les Céphalopodes déroulés y sont seuls représentés, mais il est évident que ce gisement, qui n'affleure que sur une surface très restreinte, pourra, s'il est exploité, livrer aux paléontologistes une série de fossiles plus complète que celle que contient cette Note.

» Il existe donc en haute Alsace, sans qu'on puisse encore établir leur relation avec le carbonifère ancien à plantes ou *culm*, des couches carbonifères marines. La roche avec fossiles marins a la même nature minéralogique que la roche à plantes.

» L'ensemble des fossiles du gisement de Burbach-le-Haut indique les niveaux les plus élevés du terrain carbonifère marin. Ce gisement, enfin, relie le carbonifère marin de la Belgique et du Nord à celui du plateau central. »

M. **Hébert**, en présentant la Note précédente de M. Bleicher, l'accompagne des réflexions suivantes :

« Le *culm* est une assise de schistes plus ou moins compactes, souvent désignés sous le nom de *grauwacke*, et remarquables en général, surtout à Thann (Alsace), par une riche flore terrestre. Cette flore a toujours été considérée comme plus ancienne que celle du véritable terrain houiller, et Schimper, ainsi que beaucoup d'autres géologues, regardait le culm comme l'équivalent du calcaire carbonifère marin.

» D'autres savants, et surtout M. Grand'Eury, appréciant de plus près les caractères de la flore de Thann, ont été conduits à la considérer comme postérieure au calcaire carbonifère.

» La Note de M. Bleicher, qui signale la grauwacke à végétaux

dans le voisinage presque immédiat de couches marines renfermant la faune des assises supérieures du calcaire carbonifère, permet d'espérer qu'on ne tardera pas à montrer, d'une manière précise, si l'opinion de M. Grand'Eury est bien l'expression de la vérité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les anomalies de la pression atmosphérique en janvier et février* 1882. Note de M. **E. Renou**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans la Note du 23 janvier, j'ai signalé la hauteur extraordinaire du baromètre qui s'est produite au parc de Saint-Maur le 17 janvier dernier. J'ai fait remarquer qu'une hauteur plus grande de $0^{mm},6$ avait été observée à Paris le 6 février 1821.

» Le baromètre, à cette époque, s'est maintenu longtemps très élevé; la moyenne de trente et un jours qu'on formerait, des hauteurs du baromètre, à midi, à l'Observatoire, du 18 janvier au 17 février, serait de $768^{mm},82$. Or, si en 1882 le baromètre n'a pas atteint tout à fait le chiffre maximum de 1821, la moyenne s'est maintenue notablement plus élevée; les trente et une observations faites à midi, au parc de Saint-Maur, du 8 janvier au 7 février, fournissent un nombre moyen égal à $772^{mm},60$, ce qui revient, à l'altitude de l'Observatoire ($67^{mm},38$), à $770^{mm},87$, et au niveau de la mer à $777^{mm},37$, dépassant de plus de 2^{mm} la hauteur correspondante signalée en janvier-février 1821. La température moyenne de l'air du 8 janvier au 7 février 1882 a été de $1°,0$.

» Cette élévation extraordinaire du baromètre a été accompagnée des anomalies suivantes :

» Le ciel est resté couvert, sans la moindre éclaircie, du 11 au 26 janvier, pendant plus de quinze jours, fait dont je ne connais pas d'exemple aux environs de Paris.

» Les jours clairs ont été chauds; les jours couverts, froids; ce qui est le contraire de ce qui a lieu très habituellement en hiver.

» Aucune pluie n'est tombée depuis le 9 janvier; le pluviomètre n'a reçu un peu d'eau que des brouillards et du givre.

» Enfin la Marne et la Seine, très basses, sont extraordinairement claires. Ce fait, en plein hiver, est pour moi sans exemple, dans des rivières non couvertes de glace. La transparence de la Seine et de la Marne est de $3^{m},50$ environ, ce qui est à peu près le maximum; mais une telle clarté de

l'eau, quand elle a lieu, ne se présente ordinairement qu'en septembre.

» Dans cet intervalle du 8 janvier au 7 février, les vents ont presque constamment soufflé de l'intérieur des continents. Voici comment ils se sont distribués à midi :

Nombre de jours où chaque vent a soufflé.

N.	5	S.	5
NNE.	2	SSW.	1
NE.	5	SW.	2
ENE.	2	WSW.	0
E.	4	W.	0
ESE.	0	WNW.	0
SE.	2	NW.	2
SSE.	2	NNW	0

» Des deux vents de SW, l'un, celui du 9 janvier, a amené la dernière pluie, très peu abondante; l'autre, celui du 2 février, était un vent presque nul, au milieu de vents du NE, presque nuls eux-mêmes. »

M. L. Holtz adresse une prévision du temps, fondée sur des observations électriques.

M. L. Joubert adresse une Note relative aux perfectionnements qu'il a apportés à divers instruments d'Optique, en vue de préparer le matériel d'un observatoire populaire.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 janvier 1882.

Thermodynamique appliquée. Réfutations d'une critique de M. G. Zeuner; *par* G.-A. Hirn et O. Hallauer. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; t. IV, 3e cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1881; in-8°.

Observations sur le genre Proailurus; par M. H. FILHOL. Toulouse, sans date; imp. Douladoure-Privat; in-4°.

Notes sur quelques Mammifères fossiles de l'époque miocène; par M. H. FILHOL. Lyon, H. Georg, 1881; in-4°.

Du traitement des fractures des membres; par V. RAOULT-DESLONGCHAMPS. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de 1882.)

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Série paléontologique; t. VI : *Faune du calcaire carbonifère de la Belgique;* 3e Partie : *Gastéropodes,* texte et planche; *par* L.-G. DE KONINCK. Bruxelles, F. Hayez, 1881; 2 vol. in-f°.

Traité de Géométrie analytique; par M. H. PICQUET; Ire Partie : *Géométrie analytique à deux dimensions.* Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

L'alimentation animale : la viande; par C. HUSSON. Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Traité de Géologie; par A. DE LAPPARENT; fascicule 4, pages 481 à 640. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Revue historique. De la Chirurgie au temps de Celse et de l'arsenal chirurgical en usage à cette époque; par le Dr VÉDRÈNES. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°. (Extrait de la *Revue de Chirurgie.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Publications de la Commission géodésique néerlandaise; I : *Détermination, à Utrecht, de l'azimut d'Amersfoort; par* J.-A.-C. OUDEMANS. La Haye, Martinus Nijhotf, 1881; in-4°.

Koningrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-uit-en doorvoer over het Jaar 1880; tweede Gedeel. S' Gravenhage, 1881; in-f°.

Intorno ad alcune egualita duplicate nella dottrina dei numeri. Memoria di A. GENOCCHI. Napoli, 1881; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXIX, 1881-82; serie terza. *Transunti,* vol. VI, fasc. 3°. Roma, Salviucci, 1882; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JANVIER 1882.

Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1880. Paris, Imp. nationale, 1881; in-4°.

Crania ethnica, Les crânes des races humaines; par MM. DE QUATREFAGES

et E.-T. HAMY; 10e et 11e livr. Planches XCI à C. Paris, J.-B. Baillière, 1878-1879; in-4°.

L'attitude de l'homme au point de vue de l'équilibre, du travail et de l'expression; par le Dr AD. NICOLAS. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Traité d'Arithmétique; par M. L. DE CASAMAJOR. Paris, J. Vic; Lyon, Vitte et Perrussel; Perpignan, Comet, 1880; in-8°.

Traité moléculaire; par M. GRATIEN WEST. Sans lieu ni date; opuscule autographié.

Procès-verbal de la soixante-quatrième séance générale de la Société des Arts, tenue le 2 juin 1881, à deux heures, à l'Athénée. N° LXIV. Genève, imp. Schuchardt, 1881; in-8°.

Une application des images accidentelles (2e Note); *par* M. J. PLATEAU. Bruxelles, imp. Hayez, 1881; 4 pages in-8°.

Du processus morbide du choléra asiatique; par le Dr PH. PACINI. Marseille, Barlatier-Feissat, 1881; in-8°. (Renvoi au Concours Bréant.)

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Tome I, publié par M. SCHEFFER. T. II: 1re Partie, publié par MM. TREUB. Batavia, van Dorp; Leide, E.-J. Brill, 1876-1881; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 30 janvier 1882.)

Page 230, retournez la *fig.* 3.

Page 232, deuxième colonne du tableau de chiffres : *au lieu de* contre un tube ou vent *lisez* contre un tube ouvert.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 FÉVRIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Serret, en présentant à l'Académie le tome XIII des « Œuvres de Lagrange », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume contient la Correspondance inédite de Lagrange et de d'Alembert, publiée d'après les autographes conservés à la bibliothèque de l'Institut de France. M. Ludovic Lalanne s'est chargé de l'annoter, en me laissant le soin de la revision des nombreux passages mathématiques qu'elle renferme. »

M. **Mouchez** présente à l'Académie les deux Volumes des « Annales de l'Observatoire de Paris » contenant les Observations des années 1871 et 1872, dont la publication était restée arriérée. Il existait une lacune de six années, de 1868 à 1873; cinq années ont déjà paru. Il ne reste plus à publier que le Volume de 1873, qui paraîtra dans quelques mois.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1881. Communiquées par M. Mouchez.

(40) Harmonia.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 1....	11.39.25	0.22.44,19	+ 0,14	96. 8. 8,1	+ 0,6
3....	11.29.42	0.20.52,25	+ 0,12	96.18.26,7	— 1,3
4....	11.24.51	0.19.56,88	+ 0,08	96.23.21,2	— 2,3
15....	10.32.20	0.10.39,06	»	97. 4.49,8	»
17....	10.23. 1	0. 9.11,89	»	97. 9.33,6	»
18....	10.18.24	0. 8.30,34	»	97.11.36,0	»
19....	10.13.48	0. 7.50,32	»	97.13.23,9	»
21....	10. 4.40	0. 6.34,55	»	97.16.15,6	»
29....	9.29.18	0. 2.38,46	»	97.18.12,5	»
31....	9.20.45	0. 1.57,13	»	97.16.18,8	»

(102) Miriam.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
Oct. 3....	11.38.12	0.29.23,89	—10,90	82.46.44,8	+52,1
4....	11.33.37	0.28.44,03	—10,85	82.55.23,3	+52,5
15....	10.43.45	0.22. 6,28	—10,46	84.28.45,7	+51,8
17....	10.34.54	0.21. 6,45	—10,19	84.44.40,7	+48,6
18....	10.30.30	0.20.38,40	—10,06	84.52.30,1	+50,4
19....	10.26. 7	0.20.11,56	—10,07	85. 0. 9,8	+51,1
21....	10.17.26	0.19.22,40	— 9,70	85.15. 0,7	+51,4
29....	9.43.44	0.17. 7,05	»	86. 7. 0,2	»

(196) Philomèle.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
Oct. 15....	9.46.36	23.24.47,86	»	104.25.47,3	»
17....	9.37.50	23.23.54,03	»	104.25.30,7	»
18....	9.33.29	23.23.28,93	»	104.25. 7,4	»
19....	9.29. 9	23.23. 4,79	»	104.24.34,7	»
22....	9.16.17	23.21.59,52	»	104.22. 4,9	»

(137) Méliboea.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
Oct. 15....	11. 6.18	0.44.42,60	+ 0,46	82. 7.13,3	+ 4,7
17....	10.57.11	0.43.27,68	+ 0,46	82.26. 0,9	+ 8,0
18....	10.52.39	0.42.51,26	+ 0,54	82.35.14,0	+ 4,7
19....	10.48. 7	0.42.15,35	+ 0,40	82.44.27,8	+ 6,7
25....	10.21.15	0.38.57,90	+ 0,36	83.37.38,2	+ 4,6
29....	10. 3.39	0.37. 5,80	+ 0,59	84.10.47,3	+ 7,8
31....	9.54.58	0.36.16,01	»	84.26.29,1	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(61) DANAÉ.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 15....	11.15.31	0.53.57,48	— 5,68	59.33.54,0	+36,2
17....	11. 5.34	0.51.52,24	— 5,61	59.36.54,8	+35,4
18....	11. 0.37	0.50.50,35	— 5,75	59.38.48,5	+37,3
19....	10.55.40	0.49.49,33	— 5,69	59.40.55,2	+38,7
21....	10.45.49	0.47.49,71	— 5,58	59.45.43,2	+37,2
31....	9.57.38	0.38.57,09	— 5,37	60.20.40,7	+41,4
		(55) PANDORE.			
Oct. 15....	11.26.45	1. 5.13,53	— 0,28	80.51. 4,7	— 0,7
18....	11.12.13	1. 2.29,08	— 0,17	80.56.28,2	+ 2,2
19....	11. 7.24	1. 1.35,19	— 0,24	80.58.12,9	+ 0,6
21....	10.57.47	0.59.49,74	— 0,01	81. 1.41,7	— 0,5
29....	10.19.55	0.53.23,65	»	81.14.10,2	»
31....	10.10.38	0.51.58,66	»	81.16.41,1	»
		(184) DÉIOPÉE.			
Oct. 29....	11.10.48	1.44.25,33	—14,41	77.41.58,5	+89,2
		(87) SYLVIA.			
Oct. 29....	11.41.50	2.15.33,03	— 0,22	87.33.18,0	+ 0,8
31....	11.32.28	2.14. 1,74	— 0,46	87.36.12,7	+ 1,0
Nov. 9....	10.50.30	2. 7.26,24	— 0,23	87.44.29,8	— 3,8
12....	10.36.39	2. 5.22,60	— 0,32	87.45.26,8	— 1,1
14....	10.27.28	2. 4. 3,58	— 0,20	87.45.29,2	— 1,0
17....	10.13.48	2. 2.10,41	»	87.44.38,0	»
19....	10. 4.45	2. 0.58,86	»	87.43.30,2	»
		(37) FIDES.			
Oct. 29....	11.58. 2	2.31.46,82	— 9,10	72. 0.13,1	+50,1
31....	11.48.16	2.29.53,28	— 9,16	72. 5.30,3	+50,7
Nov. 9....	11. 4.29	2.21.27,45	— 8,76	72.31.57,0	+53,1
11....	10.54.50	2.19.39,87	— 8,95	72.38. 2,8	+49,5
12....	10.50. 2	2.18.47,40	— 8,91	72.41. 9,8	+51,8
14....	10.40.28	2.17. 5,36	— 8,73	72.47.16,9	+51,4
17....	10.26.16	2.14.40,32	— 8,58	72.56.17,1	+52,0
19....	10.16.54	2.13. 9,77	— 8,62	73. 2. 5,9	+53,6
23....	9.58.27	2.10.26,51	»	73.12.53,5	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) Vesta.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 29....	12. 4. 9	2.37.55,00	+ 0,75	85.48.23,0	— 5,1
31....	11.54.17	2.35.54,60	+ 0,63	85.55.29,2	— 4,7
Nov. 9....	11.10. 1	2.27. 0,61	+ 0,61	86.21.21,0	— 2,4
11....	11. 0.16	2.25. 6,81	+ 0,59	86.25.34,4	— 4,2
12....	10.55.24	2.24.11,07	+ 0,66	86.27.26,3	— 4,6
14....	10.45.44	2.22.21,82	+ 0,69	86.30.41,6	— 4,8
16....	10.36. 6	2.20.35,94	+ 0,49	86.33.18,6	— 4,0
17....	10.31.19	2.19.44,79	+ 0,68	86.34.21,0	— 4,5
19....	10.21.48	2.18. 5,38	+ 0,70	86.35.57,2	— 3,2
23....	10. 3. 1	2.15. 1,08	+ 0,73	86.37. 1,1	— 3,4
24....	9.58.22	2.14.18,36	+ 0,81	86.36.50,1	— 4,0
28....	9.40. 2	2.11.41,36	+ 0,68	86.34.20,7	— 4,9
Déc. 1....	9.26.32	2. 9.59,38	+ 0,60	86.30.40,2	— 3,7
21....	8. 2.48	2. 4.52,30	+ 0,46	85.28.57,3	— 2,5
23....	7.55. 2	2. 4.57,58	+ 0,31	85.19.37,0	— 1,9
		(76) Fréia.			
Nov. 9....	11.19.35	2.36.35,87	— 5,05	75.18.57,2	+21,5
12....	11. 5.33	2.34.21,74	— 5,42	75.31.26,9	+24,5
14....	10.56.15	2.32.54,73	— 5,21	75.39.35,8	+23,5
17....	10.42.20	2.30.47,63	— 5,44	75.51.32,3	+22,9
19....	10.33. 7	2.29.26,51	— 5,23	75.59.15,1	+22,8
23....	10.14.51	2.26.53,35	»	76.13.57,7	»
		(154) Bertha.			
Nov. 23....	11.21.51	3.34. 4,38	— 3,37	58.56.42,9	+40,6
28....	10.56. 7	3.27.58,48	— 3,56	58.53.12,6	+39,2
		(43) Ariane.			
Nov. 28....	11.36.12	4. 8. 9,95	+ 2,24	67. 6.43,1	+ 0,8
		(17) Thétis.			
Déc. 21....	10. 7.35	4. 9.59,97	»	75.42.17,9	»
23....	9.58.13	4. 8.29,50	»	»	»
		(114) Cassandre.			
Déc. 21....	10. 9.44	4.12. 9,11	+ 5,20	76.36.25,6	— 6,1
23....	10. 0.27	4.10.43,10	»	76.37. 6,0	»
24....	9.55.50	4.10. 2,37	»	76.37.15,5	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(192) Nausicaa.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Déc. 21....	11. 0. 3	5. 2.36,27	— 7,10	54.39.29,7	+19,1
23....	10.50. 4	5. 0.28,64	— 6,98	54.49. 0,4	+21,1
24....	10.45. 7	4.59.27.71	— 6,74	54.53.56,4	+20,5

» Les comparaisons de Meliboea se rapportent à une éphéméride corrigée de M. Schulhof, celles de Fidès à l'éphéméride publiée dans le n° 167 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*, celles de Cassandre à l'éphéméride publiée dans le n° 169, celles de Nausicaa à l'éphéméride publiée dans le n° 173 des mêmes circulaires, et celles de Vesta à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac*. Toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations des 3 et 4 octobre ont été faites par M. Périgaud, celles du 1er octobre et du 1er décembre par M. P. Puiseux, et toutes les autres par M. H. Renan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques*; par M. **Hermite**.

« XXXVIII. La méthode générale que je vais exposer pour la détermination des constantes ω et λ repose principalement sur la considération du produit des solutions de l'équation de Lamé, qui viennent d'être représentées par $F(x)$ et $F(-x)$. Et, d'abord, on remarquera que, ayant

$$F(x+2K)=\mu F(x),$$
$$F(x+2iK')=\mu' F(x)$$

et, par suite,

$$F(-x-2K)=\frac{1}{\mu}F(-x),$$
$$F(-x-2iK')=\frac{1}{\mu'}F(-x),$$

ce produit est une fonction doublement périodique de première espèce, qui a pour pôle unique $x=iK'$. Voici, en conséquence, comment s'obtient son expression sous forme entièrement explicite.

» Soit

$$\Phi(x)=(-1)^n\mu' F(x)F(-x),$$

le facteur μ' ayant été introduit, pour pouvoir écrire

$$\begin{aligned}\Phi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) &= (-1)^n\mu'\,\mathrm{F}(i\mathrm{K}'+\varepsilon)\,\mathrm{F}(-i\mathrm{K}'-\varepsilon)\\ &= (-1)^n\quad \mathrm{F}(i\mathrm{K}'+\varepsilon)\,\mathrm{F}(\quad i\mathrm{K}'-\varepsilon).\end{aligned}$$

Cela étant et posant, pour abréger,

$$\mathrm{S} = \frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_1}{\varepsilon^{n-2}} + \frac{h_2}{\varepsilon^{n-4}} + \cdots,$$

$$\mathrm{S}_1 = \mathrm{C}(\varepsilon^{n+1} + h'_1\varepsilon^{n+3} + h'_2\varepsilon^{n+5} + \ldots),$$

nous aurons

$$\mathrm{F}(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \mathrm{S}+\mathrm{S}_1,$$

$$\mathrm{F}(i\mathrm{K}'-\varepsilon) = (-1)^n(\mathrm{S}-\mathrm{S}_1),$$

d'où, par conséquent,

$$\Phi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \mathrm{S}^2 - \mathrm{S}_1^2.$$

On voit ainsi que la partie principale de développement suivant les puissances croissantes de ε est donnée par le premier terme S^2, et ne dépend point de la constante C, entrant dans le second terme, que nous ne connaissons pas encore. Faisons donc

$$\mathrm{S}^2 = \frac{1}{\varepsilon^{2n}} + \frac{\mathrm{A}_1}{\varepsilon^{2n-2}} + \frac{\mathrm{A}_2}{\varepsilon^{2n-4}} + \cdots + \frac{\mathrm{A}_{n-1}}{\varepsilon^2} + \cdots;$$

les coefficients A_1, A_2, ... seront

$$\begin{aligned}\mathrm{A}_1 &= 2h_1,\\ \mathrm{A}_2 &= 2h_2 + h_1^2,\\ \mathrm{A}_3 &= 2h_3 + 2h_1h_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\end{aligned}$$

et l'on en conclut que, h_i étant un polynôme de degré i en h_1, il en est de même, en général, pour un coefficient de rang quelconque A_i. Maintenant l'expression cherchée découle de la formule de décomposition en éléments simples, qui a été donnée au § II. Nous obtenons ainsi

$$\Phi(x) = -\frac{\mathrm{D}_x^{2n-1}\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right]}{\Gamma(2n)} - \mathrm{A}_1\frac{\mathrm{D}^{2n-3}\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right]}{\Gamma(2n-2)} - \mathrm{A}_2\frac{\mathrm{D}^{2n-5}\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right]}{\Gamma(2n-4)} - \cdots$$
$$- \mathrm{A}_{n-1}\mathrm{D}_x\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right] + \text{const.}$$

La relation élémentaire

$$\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} - k^2\,\mathrm{sn}^2 x$$

donnera ensuite, sous une autre forme, en désignant par A une nouvelle constante,

$$\Phi(x) = \frac{D_x^{2n-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n)} + A_1 \frac{D^{2n-4}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n-2)} + A_2 \frac{D^{2n-6}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n-4)} + \ldots + A_{n-1}(k^2 \operatorname{sn}^2 x) + A.$$

Pour la déterminer, nous emploierons, en outre de la partie principale de la série S^2, le terme indépendant de ε, qui sera désigné par A_n. En déduisant ce même terme de l'expression de $\Phi(x)$, et se rappelant qu'on a fait

$$\frac{1}{\operatorname{sn}^2 \varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^2} + s_0 + s_1 \varepsilon^2 + \ldots + s_i \varepsilon^{2i} + \ldots,$$

nous trouvons immédiatement

$$A = A_n - A_{n-1} s_0 - A_{n-2} \frac{s_1}{3} - \ldots - A_1 \frac{s_{n-2}}{2n-3} - \frac{s_{n-1}}{2n-1}.$$

» Beaucoup d'autres expressions s'obtiennent de même en fonction linéaire de dérivées successives de $k^2 \operatorname{sn}^2 x$, celles-ci, par exemple,

$$D_x^\alpha F(x) . D_x^\beta F(-x),$$

que je vais considérer dans le cas particulier de $\alpha = 1$, $\beta = 1$.

» Soit alors

$$\Phi_1(x) = (-1)^{n+1} \mu' F'(x) F'(-x),$$

et désignons par S' et S'_1 les dérivées par rapport à ε des séries S et S_1, de sorte qu'on ait

$$F'(iK' + \varepsilon) = S' + S'_1,$$
$$F'(iK' - \varepsilon) = (-1)^{n+1}(S' - S'_1).$$

De la relation

$$\Phi_1(iK' + \varepsilon) = (-1)^{n+1} F'(iK' + \varepsilon) F'(iK' - \varepsilon),$$

on conclura cette expression, savoir

$$\Phi_1(iK' + \varepsilon) = S'^2 - S_1'^2.$$

Faisant donc, comme tout à l'heure,

$$S'^2 = \frac{n^2}{\varepsilon^{2n+2}} + \frac{B_1}{\varepsilon^{2n}} + \frac{B_2}{\varepsilon^{2n-2}} + \ldots + \frac{B_n}{\varepsilon^2} + B_{n+1} + \ldots,$$

où le coefficient B_i est encore un polynôme en h_1 de degré i, nous aurons

$$\Phi_1(x) = n^2 \frac{D_x^{2n}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n+2)} + B_1 \frac{D_x^{2n-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n)} + B_2 \frac{D_x^{2n-4}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n-2)} + \ldots + B_n(k^2 \operatorname{sn}^2 x) + B,$$

et la constante sera donnée par la formule

$$B = B_{n+1} - B_n s_0 - B_{n-1}\frac{s_1}{3} - \ldots - B_1 \frac{s_{n-1}}{2n-1} - n^2 \frac{s_n}{2n+1}.$$

» J'envisage enfin le déterminant fonctionnel formé avec les solutions $F(x)$ et $F(-x)$ de l'équation de Lamé, et je pose

$$\Phi_2(x) = (-1)^{n+1}\mu'[F(x)F'(-x) + F'(x)F(-x)].$$

» La relation suivante, qui s'obtient aisément, et dont le second membre ne contient que des termes entiers en ε, à savoir

$$\Phi_2(iK'+\varepsilon) = 2(SS'_1 - S'S_1) = 2(2n+1)C + \ldots,$$

donne, comme on le voit, la proposition bien connue que cette fonction est constante; nous allons en obtenir la valeur en la mettant sous la forme

$$(2n+1)C = \sqrt{N},$$

que nous garderons désormais.

» XXXIX. J'observe, à cet effet, que de l'identité

$$(SS' - S_1S'_1)^2 = (SS'_1 - S_1S')^2 + (S^2 - S_1^2)(S'^2 - S'^2_1)$$

on conclut immédiatement, entre les fonctions dont il vient d'être question, la relation suivante :

$$\frac{1}{4}\Phi'^2(iK'+\varepsilon) = \frac{1}{4}\Phi_2^2(iK'+\varepsilon) + \Phi(iK'+\varepsilon)\Phi_1(iK'+\varepsilon)$$

et, par conséquent,

$$\frac{1}{4}\Phi'^2(x) = N + \Phi(x)\Phi_1(x).$$

» Elle fait voir qu'en attribuant à la variable une valeur particulière, en supposant, par exemple, $x = 0$, N s'obtient comme un polynôme entier en h_1 du degré $2n+1$, puisque cette constante entre, comme on l'a vu, au degré n dans $\Phi(x)$, et au degré $n+1$ dans $\Phi_1(x)$. Ce point établi, nous remarquons que, en posant la condition $N = 0$, le déterminant fonctionnel

$\Phi_2(x)$ est nul, de sorte que le quotient $\frac{F(x)}{F(-x)}$ se réduit alors à une constante. Désignons-la pour un instant par A, on voit que le changement de x en $-x$ donne $A = \frac{1}{A}$; on a donc $A = \pm 1$, et, par conséquent,

$$F(-x) = \pm F(x).$$

» Remplaçons ensuite x par $x + 2K$ et $x + 2iK'$: le quotient se reproduit multiplié par μ^2 et μ'^2; ainsi il faut poser $\mu^2 = 1$, $\mu'^2 = 1$, c'est-à-dire $\mu = \pm 1$, $\mu' = \pm 1$.

» La condition $N = 0$ détermine donc les valeurs de h, pour lesquelles l'équation de Lamé est vérifiée par des fonctions doublement périodiques. Ce sont ces solutions, auxquelles est attaché à jamais le nom du grand géomètre, et dont les propriétés lui ont permis de traiter pour la première fois le problème difficile de la détermination des températures d'un ellipsoïde, lorsque l'on donne en chaque point la température de la surface. Elles s'offrent en ce moment comme un cas singulier de l'équation différentielle, où l'intégrale cesse d'être représentée par la formule

$$y = CF(x) + C'F(-x)$$

et subit un changement de forme analytique. Je me borne à les signaler sous ce point de vue, devant bientôt y revenir, et je reprends, pour en tirer une nouvelle conséquence, l'équation

$$\frac{1}{4}\Phi'^2(x) = N + \Phi(x)\Phi_1(x).$$

» Introduisons $\text{sn}^2 x$ pour variable, en posant $\text{sn}^2 x = t$; on voit que $\Phi(x)$ et $\Phi_1(x)$, ne contenant que des dérivées d'ordre pair de $\text{sn}^2 x$, deviendront des polynômes entiers en t des degrés n et $n+1$, que je désignerai par $\Pi(t)$ et $\Pi_1(t)$. Soit encore

$$R(t) = t(1-t)(1-k^2 t),$$

la relation considérée prend cette forme

$$R(t)\Pi'^2(t) = N + \Pi(t)\Pi_1(t);$$

et voici la remarque, importante pour notre objet, à laquelle elle donne lieu.

» Développons la fraction rationnelle $\frac{\Pi'(t)}{\Pi(t)}$ en fraction continue, et distinguons, dans la série des réduites, celle dont le dénominateur est du degré ν, dans les deux cas de $n = 2\nu$ et $n = 2\nu - 1$. Si on le représente

par $\frac{\theta(t)}{\varphi(t)}$, le développement, suivant les puissances décroissantes de t, de la différence

$$\frac{\Pi'(t)}{\Pi(t)}\varphi(t) - \theta(t),$$

commencera ainsi par un terme en $\frac{1}{t^{\nu+1}}$, et, en posant

$$\Pi'(t)\,\varphi(t) - \Pi(t)\,\theta(t) = \psi(t),$$

on voit que, dans le premier cas, $\psi(t)$ sera un polynôme de degré $\nu - 1$, et, dans le second, de degré $\nu - 2$. Cela étant, je considère l'expression suivante :

$$\mathrm{N}\varphi^2(t) - \mathrm{R}(t)\psi^2(t);$$

on trouve d'abord aisément, en employant la relation proposée et la valeur de $\psi(t)$, qu'elle devient

$$\Pi(t)[-\varphi^2(t)\Pi_1(t) + 2\varphi(t)\theta(t)\mathrm{R}(t)\Pi'(t) - \theta^2(t)\mathrm{R}(t)\Pi(t)],$$

et contient, par conséquent, en facteur, le polynôme $\Pi(t)$. On vérifie ensuite qu'elle est de degré $n+1$ en t, dans les deux cas de $n = 2\nu$ et $n = 2\nu - 1$; nous pouvons ainsi poser

$$\mathrm{N}\varphi^2(t) - \mathrm{R}(t)\psi^2(t) = \Pi(t)(gt - g'),$$

et nous allons voir que ω est donné par la formule

$$\mathrm{sn}^2\omega = \frac{g'}{g},$$

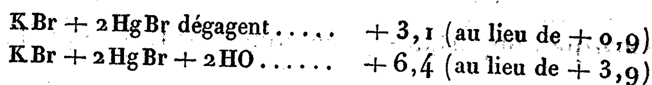
où le second membre est une fonction rationnelle de h. »

THERMOCHIMIE. — *Sels doubles du mercure ;* par M. BERTHELOT.

« Nous avons étudié jusqu'ici les chlorures, bromures [1], cyanures doubles. Venons aux iodures.

---

[1] Je dois rectifier ici une faute commise dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, p. 385 (en haut), pour le calcul de la chaleur de formation du bromure double de potassium et de mercure :



KBr + 2HgBr dégagent	+ 3,1	(au lieu de + 0,9)
KBr + 2HgBr + 2HO	+ 6,4	(au lieu de + 3,9)

L'erreur provient de la substitution du chiffre + 6,6 pour le mélange de la dissolution de 2HgBr avec celle de 6KBr, au lieu de + 4,46 × 2 = + 8,92, qui résulte des expériences citées à la page 384, et de la substitution de − 2,5 au lieu de − 2,7, réellement observée (p. 383) pour la dissolution du sel double.

IODURES DOUBLES.

» J'ai étudié un iodure double, correspondant au bromure :



2HgI, KI anhydre,

et son hydrate : 2HgI, KI, 2HO.

» 1° J'ai dissous ce sel, sous ses deux formes, dans une dissolution d'iodure de potassium.

2HgI, KI dissous dans 13KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14°	$-1^{Cal},43$
2HgI, KI, 2HO dissous dans 13KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14°	$-1^{Cal},61$

» Cette dissolution s'opère en deux temps, le sel double étant d'abord décomposé avec formation d'iodure rouge, au contact d'une portion de la solution aqueuse, puis se redissolvant dans la totalité de celle-ci.

» La dessiccation de cet iodure double doit être effectuée à une température aussi basse que possible, et en évitant soigneusement la fusion du sel; autrement il se produit une certaine dissociation. Par suite, au moment de la solidification, on voit apparaître une proportion souvent considérable d'iodure rouge à l'état de liberté. En opérant avec un sel ainsi décomposé en partie, j'ai obtenu, par sa dissolution dans la même solution de KI, seulement $-0^{Cal},68$, au lieu de $-1^{Cal},43$.

» Pour déduire de ces nombres la chaleur même de formation de l'iodure double, il faut y joindre les données suivantes :

2° Dissolution de l'iodure de potassium à 13°,4, dans une solution du même sel, identique à celle employée lors des mesures précédentes	$-4,86$

» Ce chiffre est un peu plus faible que la chaleur de dissolution de l'iodure de potassium dans l'eau pure, soit

D'après mes expériences personnelles	$-5,07 + 0,036\,(t - 18)$
Ce qui fait	$-5,21$ à 14°.

» 3° La dissolution de l'iodure de mercure, HgI, en beaux cristaux, dans une liqueur renfermant 3KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 12°,3, dégage $+2^{Cal},8$.

» Cette même dissolution, opérée avec l'iodure de mercure, pris au moment de sa précipitation, a dégagé $+2^{Cal},6$; quantité qui ne s'écarte pas de la précédente, au delà des limites d'erreur des expériences.

» Si l'on opère avec une quantité d'iodure de potassium moindre, on observe que la dissolution n'est pas complète avec un seul équivalent de

KI ($1^{éq} = 2^{lit}$); condition d'ailleurs où il se dégage seulement $+ 1^{Cal},7$, c'est-à-dire les deux tiers sensiblement du chiffre ci-dessus. Mais la dissolution est totale avec $1\frac{1}{2}$ KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), en dégageant $+ 2^{Cal},1$. Elle est complète, *a fortiori*, avec 2KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) : $+ 2^{Cal},3$.

» Un grand excès d'iodure de potassium fournit le même chiffre que 3KI ($+ 2^{Cal},8$).

» Ces faits étant connus, calculons la chaleur de formation de l'iodure double KI, 2HgI.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KI dissous dans une liqueur renfermant déjà 7KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14°	$-4,9$	KI + 2HgI rouge	x
Dissolution de 2HgI rouge dans cette liqueur	$+5,6$	Dissolution dans la liqueur renfermant 7KI	$-1,4$
	$+0,7$		$x - 1,4$

D'où

$$x = +2,1.$$

» Ce chiffre représente la chaleur dégagée par l'union de l'iodure de potassium sec et de l'iodure de mercure rouge. Mais la teinte, à peine jaunâtre, de l'iodure double et diverses autres circonstances portent à admettre que c'est l'iodure jaune qui intervient réellement dans la formation du sel double. On aurait alors



» La chaleur de formation de l'hydrate



d'après les données précédentes; ce qui ferait une valeur négative depuis l'eau solide, circonstance que j'ai déjà observée plusieurs fois (butyrate de soude hydraté, acétate de strontiane, etc.)

» En somme, la *formation totale de cet hydrate, depuis ses trois composants*, KI + 2HgI + 2HO liq., dégage : $+ 2^{Cal},3$ (iodure rouge); $+ 5^{Cal},3$ (iodure jaune).

» Ce sel existe d'ailleurs dans les dissolutions; sa formation étant la condition même qui détermine la dissolution de l'iodure de mercure.

» En résumé, les quatre sels haloïdes simples de mercure se combinent, chacun avec le sel haloïde correspondant du potassium, pour former un sel double, ou plusieurs sels doubles, qui existent, tant à l'état cristallisé que dans l'état de dissolution : ces sels jouent un rôle capital dans les doubles décompositions salines, comme je le montrerai bientôt.

SELS DOUBLES FORMÉS PAR DEUX HALOGÈNES UNIS AU MERCURE.

» On sait que les chlorure, bromure, iodure, cyanure de mercure se combinent deux à deux, en formant des sels doubles, parfois cristallisables. J'ai étudié la chaleur de formation de ces sels par deux procédés distincts : par voie humide, en opérant sur les dissolutions; par voie sèche, en fondant deux sels simples ensemble dans des proportions équivalentes, puis en dissolvant le produit dans un menstrue convenable, comparativement avec ses composants. Cette étude fournit des renseignements intéressants sur les changements physiques et chimiques successifs des sels doubles et des systèmes équivalents.

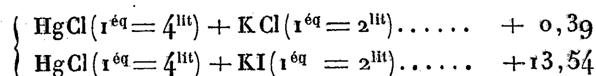
» I. *Chloroiodures de mercure.* — 1. Il existe des composés de cette nature, corps cristallisés, observés par Liebig, P. Boullay, Lassaigue et divers autres. Examinons-en la formation thermique.

» *Par voie humide*, la solution étendue de bichlorure de mercure, broyée avec l'iodure de mercure rouge en cristaux, ne paraît pas en dissoudre plus que l'eau pure. De même



$$2\,\mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KCl}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + \mathrm{KI}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}),\ \text{ont dégagé} \ldots\ldots \quad +13,76$$

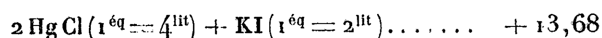
Or la somme des réactions séparées à la même température (14°),



$$\left\{\begin{array}{ll} \mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KCl}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots\ldots & +\ 0,39 \\ \mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KI}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots\ldots & +13,54 \end{array}\right.$$

a fourni +13,93; ce qui ne diffère pas sensiblement.

» De même, la formation de l'iodure de mercure en présence d'un excès de chlorure, à 14°,



$$2\,\mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KI}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots\ldots\ldots \quad +13,68$$

ne diffère pas sensiblement de l'expérience faite à équivalents égaux.

» Ainsi la formation d'un chloro-iodure par voie humide, *dans des solutions étendues*, n'a pas lieu, ou ne dégage pas de chaleur sensible.

» *Par voie sèche*, si l'on fond le chlorure et le bromure de mercure ensemble, à équivalents égaux, on obtient un liquide jaunâtre, qui se solidifie en une masse cristalline jaune clair. On peut même pulvériser cette masse et obtenir une poudre jaune sans mélange. Cependant, au bout d'un jour ou deux, la masse fondue se recouvre de points rouges d'iodure cristallisé; la même transformation s'opère bien plus rapidement sur la matière pulvérisée. Au bout d'un temps variable, et quelquefois aussitôt après la pulvérisation, elle ne tarde pas à devenir d'un rouge vif uniforme.

Il semble donc que la masse primitive renferme soit une combinaison de chlorure et d'iodure, soit au moins de l'iodure jaune, transformable spontanément en iodure rouge. Pour étudier ces changements de plus près, j'ai dissous le chlorure de mercure et l'iodure de mercure séparément, ainsi que le chloroiodure, préparé dans diverses conditions, et cela au moyen d'un même menstrue, tel que l'eau pour le chlorure de mercure, le cyanure de potassium, pour l'iodure et les chloro-iodures.

» 1° Le chlorure de mercure, récemment fondu et coulé dans une capsule, puis dissous dans 40 parties d'eau, quelques minutes après sa solidification, a absorbé, à 13° : $-1^{Cal},1$.

» Le sel n'avait pas été pulvérisé d'avance, mais broyé sous l'eau, dans le calorimètre même, avec une molette de platine. Le même chlorure, cristallisé depuis longtemps et pulvérisé d'avance, a absorbé $-1^{Cal},5$.

» Ainsi le chlorure de mercure récemment fondu n'est pas identique avec le chlorure cristallisé. Un fait analogue a déjà été observé pour certains chlorures simples, tels que le chlorure de sodium, d'après Person (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 452) ; mais la différence était bien plus faible, soit $0^{Cal},09$ pour Na Cl. La différence observée sur le chlorure de mercure est plus grande, moindre cependant que celle qui existe entre l'iodure jaune et l'iodure rouge, $(+1^{Cal},5)$ d'après mes mesures.

» 2° J'ai trouvé également une différence sensible entre le bromure de mercure cristallisé depuis longtemps et le bromure tout récemment fondu, le dernier dégageant $+0^{Cal},3$ de plus que le premier lorsqu'on le dissout (sans le pulvériser d'avance) dans le cyanure de potassium, la concentration, la proportion relative et la température étant les mêmes.

» De telles différences représentent sans doute certains états transitoires, dérivés de la constitution physique du liquide, et que l'on traduisait autrefois par le mot de *chaleur de fusion* retenue dans l'état solide (1).

» On peut se demander jusqu'à quel point ces états sont comparables à l'iodure jaune, caractérisé par une forme cristalline distincte.

» 3° Le chloro-iodure manifeste des écarts bien plus considérables.

» Soit le système Hg Cl, HgI, pulvérisé après fusion et conservé deux mois, de façon à l'amener autant que possible à un état stable :

	Cal	
Hg Cl HgI + 8 K Cy ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 9°, a dégagé...	+ 31,9	
Hg Cl solide + 4 K Cy ($1^{éq} = 2^{lit}$)..................	+ 21,9	+ 31,8
HgI rouge + 4 K Cy ($1^{éq} = 2^{lit}$)..................	+ 9,9	

(1) Voir mes *Recherches sur l'hydrate de chloral* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 564).

» La chaleur de combinaison définitive est donc nulle, ou sensiblement. Au contraire, le même système HgCl, HgI, fondu et coulé depuis une heure, puis traité par le cyanure de potassium, sans le pulvériser d'avance, a dégagé : $+ 36^{Cal},1$. Pulvérisé d'avance et traité de même, sans délai et avant qu'aucun point rouge eût apparu : $+ 35^{Cal},1$.

» Le chloro-iodure a donc retenu tout d'abord un excès thermique de $+ 3^{Cal},2$; et après pulvérisation : $+ 2,2$.

» Il résulte de ces faits que le chlorure de mercure et l'iodure de mercure ordinaires se trouvent associés dans le système solidifié avec absorption de chaleur; cette absorption surpasse même notablement celle qui a été observée avec les composants isolés (+ 0,4 pour HgCl; + 1,5 pour HgI jaune changé en HgI rouge). Elle n'est pas explicable par une simple différence entre les chaleurs spécifiques normales des composants et du composé, attendu que celle-ci devrait surpasser des deux tiers la somme des deux premières, ce qui est contraire à toutes les analogies : pour tous les composés de cet ordre, la chaleur spécifique s'écarte à peine de la somme de celles des composants. Il s'agit donc ici d'un écart attribuable à la chaleur de fusion retenue dans l'état solide [1].

» Le système perd d'ailleurs peu à peu son excès de chaleur, à la température ordinaire, et la perte peut être rendue presque immédiate par la pulvérisation. Ceci rappelle les alliages métalliques, tels que ceux de Darcet et de Rose, qui se réchauffent spontanément dans l'état solide. L'hydrate de chloral et l'alcoolate récemment solidifiés manifestent des phénomènes du même ordre, et dont la durée peut s'étendre à plusieurs mois, d'après mes expériences [2].

» J'ai examiné les chloro-iodures formés suivant deux autres proportions : les systèmes fondus, puis solidifiés, ont été pulvérisés et conservés dans cet état pendant deux mois, avant d'être traités par le cyanure de potassium :

$$\left\{\begin{array}{l}\mathrm{HgCl,2HgI + 12KCy}\ (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}),\ \text{à}\ 13^{\circ} \ldots\ldots + 41,4\\ \text{Calcul} : + 21,9 + 19,8 = + 41,7.\end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l}\mathrm{2HgCl,HgI + 12KCy}\ (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}),\ \text{à}\ 13^{\circ} \ldots\ldots + 54,0\\ \text{Calcul} : + 43,8 + 9,9 = + 53,7.\end{array}\right.$$

---

(1) Le mélange du chlorure et de l'iodure de mercure liquides, opéré à 270°, n'a pas donné lieu à un changement de température notable; non plus que le mélange du chlorure et du bromure fondus, ni celui du bromure et de l'iodure fondus.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 564 (hydrate). — *Comptes rendus*, t. XCII, p. 830 (alcoolate).

» Les chaleurs dégagées seraient sensiblement nulles depuis l'iodure rouge; tandis qu'à partir de l'iodure jaune on aurait à peu près la chaleur dégagée par la transformation de ce sel en iodure rouge $(+1,5)$. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur le permanganate de potasse, considéré comme antidote du venin des serpents, à propos d'une publication de M.* J.-B. de Lacerda; par M. DE QUATREFAGES.

« L'Académie n'a pas oublié les Communications de M. de Lacerda sur le venin des serpents; elle se souvient, à coup sûr, que ce savant Brésilien annonçait avoir trouvé, dans des injections sous-cutanées d'une solution de permanganate de potasse, un moyen de combattre les suites, presque toujours mortelles, de la morsure des ophidiens si dangereux qui pullulent dans les régions intertropicales. M. de Lacerda revient sur ce sujet dans une publication où il fait connaître plusieurs cas de guérison obtenus par ce procédé.

» Parmi les exemples cités, il en est quelques-uns de très remarquables, en ce que les injections n'ont été faites que onze et douze heures après la morsure. La tuméfaction extrême des membres, l'anxiété profonde des blessés, des hémorrhagies internes ou externes annonçaient une mort prochaine. Pourtant, à la suite de quelques injections, tous ces symptômes ont disparu, et les malades ont été parfaitement rétablis en peu de jours.

» Ces faits, recueillis sur divers points du territoire brésilien, accompagnés de détails précis, semblent être hors de doute. Ils confirment les résultats des expériences faites par l'auteur en présence des juges les plus autorisés et avec l'aide d'un de nos compatriotes, élève de Claude Bernard, M. le Dr Couty.

» Pour comprendre toute l'importance de la découverte due à M. de Lacerda, il faut se rappeler que, dans ces contrées, il meurt tous les ans des centaines d'individus qui succombent à la suite des morsures de diverses espèces de serpents.

» A la Martinique seule, sur une population de 125 000 âmes, la mortalité causée par le Trigonocéphale fer-de-lance (*Bothrops lanceolatus*) est au moins de *cinquante* individus par an, sans compter ceux qui restent estropiés ou infirmes pour le reste de leur vie [(RUFZ DE LAVIZON, *Rapport sur les animaux destructeurs du Fer-de-lance des Antilles* (*Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1858, p. 1)]. On voit quel service inappréciable l'éminent

sous-directeur du laboratoire de Physiologie de Rio-Janeiro a rendu à nos compatriotes d'outre-mer.

» La France elle-même profitera de cette belle découverte.

» Sans doute, de tous nos serpents, les vipères seules sont venimeuses, et leur morsure est bien loin d'être aussi redoutable que celle de leurs congénères intertropicaux. Cependant elles font plus de mal qu'on ne le croit d'ordinaire. A diverses reprises, la question a été portée devant la Société d'Acclimatation. En 1859, une Commission fut nommée pour s'en occuper; une enquête fut instituée et donna lieu, en 1863, à un Rapport fort étendu de M. Soubeiran, aujourd'hui professeur à l'École de Pharmacie de Montpellier (*Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1863, p. 396). Des documents recueillis pendant ces quatre années il résulte que, si quelques-uns de nos départements semblent ne pas nourrir de vipères (Nord, Haute-Saône, etc.), que si d'autres n'en ont qu'un petit nombre (Meuse, Vosges, Bouches-du-Rhône, Oise, Corrèze), il en est aussi où ces reptiles pullulent de manière à constituer un véritable danger pour les habitants de la campagne (Vendée, Loire-Inférieure, Haute-Marne, Lot, Côte-d'Or). Ici, à diverses reprises, les Conseils généraux ont cherché à combattre le mal et ont institué des primes pour la destruction des vipères.

» Cette mesure a produit d'ordinaire de bons résultats. Dans la Haute-Marne en particulier, en 1856, le chiffre de ces reptiles apportés aux autorités locales s'éleva à 17415. En six ans, on a constaté officiellement la destruction de 57045 serpents venimeux, bien que la prime eût été abaissée de $0^{fr},50$ à $0^{fr},25$ et que le zèle des chasseurs eût, par suite, diminué. Ces chiffres donnent une idée du nombre de vipères qui doivent infester ce département.

» Malheureusement l'enquête n'a fourni aucun renseignement précis sur le nombre et la nature des accidents causés par la morsure des vipères. Il en résulte seulement que nos grands animaux domestiques se remettent assez rapidement, et sans qu'il soit nécessaire de leur faire subir aucun traitement; mais que les chèvres et les moutons succombent fréquemment, s'ils ne reçoivent pas de secours en temps utile. Il en est souvent de même pour les chiens, surtout quand ils ont été mordus au nez. En outre, même après la guérison, il leur reste presque toujours une faiblesse extrême et des troubles de la vision et de l'ouïe qui peuvent les rendre impropres à la chasse (SOUBEIRAN).

» On sait depuis longtemps que l'homme adulte, mordu par une vipère, peut guérir spontanément. Mais on sait aussi que, dans ce cas, les phé-

nomènes soit locaux, soit généraux, sont plus prononcés et entraînent assez souvent une terminaison fatale. En tout cas, ils sont d'ordinaire assez graves et douloureux. Il est permis d'espérer que le moyen curatif trouvé par M. de Lacerda permettra de les arrêter promptement et à coup sûr. Ce procédé réussit, d'ailleurs, aussi bien sur les animaux que sur l'homme. A ce double titre, j'ai pensé pouvoir être utile à ceux de nos départements qui sont envahis par les vipères, en contribuant à faire connaître en France la belle découverte du savant brésilien.

» En décrivant son procédé, M. de Lacerda insiste sur la nécessité de préparer la solution de permanganate au moment même de s'en servir. Il conseille de préparer d'avance des petits paquets de ce sel de $0^{gr},1$ et un flacon pouvant contenir 10^{gr} d'eau. On obtient ainsi, au moment voulu, une solution exactement dosée au centième. L'injection se fait au moyen d'une seringue de Pravaz. On doit placer une ligature au-dessus de la morsure et injecter lentement une demi-seringue dans chaque blessure faite par les dents du reptile ; puis on comprime les tissus pour faciliter la diffusion du liquide. Si le membre est déjà tuméfié, on doit faire quelques injections vers la limite de l'enflure. Si la rapidité des accidents peut faire penser que le venin a été porté directement dans une veine, on pousse une injection dans une veine superficielle.

» Qu'on me permette d'ajouter à ce qui précède une courte réflexion.

» Des recherches antérieures de M. de Lacerda il résulte que le venin des serpents doit ses propriétés toxiques, non pas au liquide même sécrété par les glandes, mais à des corpuscules plus ou moins analogues à ceux qu'on découvre journellement dans les virus. Y aurait-il là une indication à suivre? Le permanganate de potasse, si puissant contre le venin du Bothrops, présenterait-il des propriétés analogues, si on l'opposait à quelqu'une de ces maladies dont M. Pasteur nous a révélé la cause? Je me borne à poser la question aux hommes qui s'occupent des sujets de cette nature et surtout à celui dont les travaux tiendront une si large place dans l'histoire de la Science moderne. »

(La méthode dont il est question dans cette Communication sera soumise à l'examen d'une Commission composée de la Section de Médecine, à laquelle s'adjoindront MM. Pasteur, de Quatrefages, Fremy, Bouley.)

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur une influence spéciale du système nerveux, produisant l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus.* Mémoire de M. **Brown-Séquard**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une série de faits nouveaux relatifs à une influence remarquable exercée, dans certains cas, par le système nerveux sur la nutrition et les sécrétions, influence dont j'ai signalé pour la première fois l'existence en 1858. Divers états morbides, que l'on a étudiés chez l'homme sous les noms de *choc traumatique*, de *commotion*, de *stupeur*, de *collapsus*, d'*apoplexie* ou de *syncope*, montrent très souvent, ainsi que je l'ai trouvé, la présence et la puissance de cette influence. Cette intervention active du système nerveux consiste essentiellement en une cessation plus ou moins complète des échanges entre les tissus et le sang, dont dépendent la nutrition, les sécrétions et la chaleur animale. Cette influence nerveuse se manifeste tout d'abord par l'apparition de sang plus ou moins rouge dans les veines et par un abaissement de la température du corps. L'arrêt des échanges s'accompagne presque toujours d'une diminution, quelquefois de la cessation complète de la respiration, et souvent aussi d'une diminution des mouvements du cœur. Il est évident qu'en l'absence de l'entrée de l'oxygène et de la sortie de l'acide carbonique, lorsque la respiration cesse, la présence de sang rougeâtre ou rouge dans les veines n'aurait pas lieu si une cause spéciale n'intervenait pour suspendre les échanges entre les tissus et le sang. Sans cette cause, qui, ainsi que je l'ai trouvé, provient d'une action du système nerveux, le sang, loin de rougir dans les veines, noircirait, même dans les artères.

» A l'égard des causes qui produisent le plus fréquemment l'arrêt des échanges, je me bornerai à dire aujourd'hui que des lésions de presque toutes les parties du système nerveux central ou périphérique peuvent suspendre les échanges entre le sang et les tissus, soit par action directe, soit par action réflexe. Chez l'homme, les traumatismes les plus variés quant à leur siège et à leur étendue, les hémorrhagies, les ramollissements des centres nerveux, la péritonite, l'angine de poitrine, les affections des vis-

cères pelviens, abdominaux et thoraciques, etc., sont souvent les causes d'un arrêt des échanges qui peut être temporaire ou persister jusqu'à la mort. Il en est assez souvent ainsi chez les animaux pour les lésions du bulbe rachidien, et aussi, mais plus rarement, pour les lésions ou les irritations de nombre d'autres parties de l'organisme, et spécialement dans la décapitation, la galvanisation du larynx, des nerfs vagues ou des nerfs phréniques, dans l'insufflation pulmonaire, la submersion, la strangulation, l'application de chloroforme, de chloral et d'autres irritants sur la peau, l'écrasement des ganglions du nerf sympathique dans l'abdomen, la piqûre du diaphragme, l'abaissement violent de la tête sur le thorax, la pression sur les narines ou même sur une seule, etc. Plus ces causes sont soudaines, plus elles ont de puissance. Quant à leurs effets, je vais les exposer brièvement.

» 1° *Couleur du sang veineux*. — Non seulement ce sang peut devenir rougeâtre, mais encore il peut devenir absolument semblable au sang artériel, quant à sa couleur. J'ai constaté de plus quelquefois que, même une minute après la dernière respiration, dans cette espèce de mort, le sang dans les deux espèces de vaisseaux était, à bien peu près, aussi rutilant que du sang artériel chez un animal vivant et à l'état normal.

» 2° *Gaz du sang*. — Des recherches faites par mon préparateur, M. d'Arsonval, ont montré que la proportion d'acide carbonique est moindre qu'à l'état normal dans le sang rougeâtre des veines d'animaux soumis à l'arrêt des échanges. D'autres changements très singuliers ont été trouvés dans ce sang. Après de nouvelles recherches, M. d'Arsonval exposera à l'Académie les résultats obtenus.

» 3° *Absence de convulsions*. — Les morts par privation soudaine et complète de respiration sont toujours précédées de convulsions plus ou moins violentes ; il n'est est jamais ainsi dans les cas de mort par cessation de respiration s'accompagnant d'arrêt des échanges. De même, les mouvements rythmiques que l'on constate dans l'intestin quelque temps après la mort, et qui quelquefois la précèdent, sont bien moins forts et bien moins durables qu'après les morts ordinaires, quand l'arrêt des échanges coexiste avec l'arrêt final de la respiration.

» 4° *Abaissement de la température du corps*. — Chez un grand nombre d'animaux, surtout des cobayes et des lapins, j'ai constaté l'apparition d'un abaissement de température presque immédiatement après la production de l'arrêt des échanges. Il est peu fréquent que cet abaissement atteigne un degré très considérable pendant la vie de l'animal. Cependant une perte de

21° C. a eu lieu chez un cobaye du poids de 395gr, dans l'espace d'une heure, l'air étant à 11°. Il est vrai que l'arrêt des échanges dans ce cas coïncidait avec une paralysie vasculaire dans plusieurs parties : il y avait eu section de la moitié postérieure de la moelle cervicale. Après la mort avec arrêt des échanges, j'ai constaté invariablement un abaissement beaucoup plus rapide de la température du corps que dans les cas de mort sans cet arrêt. Un autre résultat d'expériences multipliées s'impose d'une manière si manifeste que je ne puis pas le négliger et encore moins le rejeter. La perte de chaleur dans un cadavre d'animal mort avec arrêt des échanges est bien plus rapide que celle qui devrait avoir lieu par les causes connues de déperdition de chaleur. On peut donc se demander si, par des transformations spéciales, une partie de la chaleur de l'animal ne devient pas latente. Pour donner un exemple des différences observées entre des animaux morts ayant eu l'arrêt des échanges et d'autres morts d'asphyxie, je dirai qu'un cobaye ayant eu cet arrêt a perdu 9°,2 dans les trente minutes qui ont suivi la dernière respiration, tandis qu'un cobaye mort par asphyxie n'en a perdu que 4°,6 dans le même temps. Si l'on compare la perte de chaleur dans ces deux cas à celle d'un corps de cobaye mort depuis cinq ou six jours, et qu'on a réchauffé de manière à lui donner la température d'un animal vivant, on trouve dans ce dernier cas une perte de 5°,7, c'est-à-dire beaucoup moins que chez l'animal mort avec arrêt des échanges. Cette énorme différence montre combien est profonde l'influence du système nerveux alors qu'il produit l'arrêt des échanges.

5° *Contraction des vaisseaux sanguins.* — Ce phénomène est extrêmement fréquent et différencie nettement ce qui a lieu dans l'arrêt des échanges de ce que l'on voit, à un moindre degré, dans les cas où certaines lésions des centres nerveux ou des nerfs produisent une paralysie vasculaire avec couleur moins foncée du sang veineux, mais sans suspension des échanges.

» 6° *État du cœur gauche et des artères après la mort.* — Chez les individus morts avec arrêt des échanges, on trouve souvent du sang dans les artères et dans le cœur gauche alors que toute circulation a cessé. On sait que, dans les cas ordinaires de mort, ces parties sont presque toujours complètement vides de sang.

» 7° *Durée des propriétés de la moelle épinière, des nerfs et des muscles après la mort.* — Lorsque l'on tue promptement des animaux chez lesquels s'est produit l'arrêt des échanges, on constate que les propriétés de ces diverses parties durent bien plus longtemps que celles des mêmes parties chez les animaux morts sans arrêt des échanges. La rigidité cadavérique apparaît

tardivement; elle dure très longtemps et la putréfaction qui la suit, non seulement apparaît très tard, mais est lente à se développer.

» *Conclusion.* — Chez l'homme comme chez les animaux, le système nerveux a la puissance d'arrêter les échanges entre les tissus et le sang et de produire, par là ou autrement, des changements dans les propriétés des tissus, changements qui se manifestent non seulement pendant la vie, mais encore après la mort, dans les périodes d'existence de la rigidité cadavérique et de la putréfaction. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'action des hautes pressions atmosphériques sur l'organisme animal.* Note de M. E. DE CYON.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Jusqu'à présent, les expériences faites pour étudier cette action n'avaient pas donné de résultats bien précis. Il est vrai qu'on y procédait dans des conditions défavorables. On enfermait, dans un cylindre de fer, un chien, qu'on soumettait ensuite à de hautes pressions atmosphériques. Pendant toute la durée de l'expérience, il était impossible d'observer l'animal *de visu*. Les variations qui se produisaient nécessairement dans la circulation et la respiration échappaient à l'expérimentateur. On se contentait de tirer, de temps en temps, de la carotide du chien une certaine quantité de sang, dont on faisait l'analyse. C'est à grand'peine qu'on pouvait établir, avec quelques probabilités, quelles sont les pressions atmosphériques devant fatalement amener la mort. Encore moins parvenait-on à déterminer les véritables causes de cette mort.

» J'ai entrepris dernièrement l'étude de cette action, à l'aide de procédés plus rigoureux. Les mêmes appareils dont M. Paul Bert s'était servi auparavant pour ses expériences avaient été mis à ma disposition. A ces appareils, j'en ai ajouté d'autres, disposés de telle façon, qu'il m'a été permis, au cours de l'expérience, de mesurer avec exactitude toutes les variations de la pression sanguine, ainsi que les variations survenues dans le nombre et l'intensité des pulsations du cœur et des mouvements respiratoires. J'ai pu, de plus, intervenir à volonté dans le jeu régulier de ces fonctions, en soumettant les nerfs vasomoteurs, pneumogastriques ou sciatiques, à des excitations électriques.

» Ces opérations ont présenté de grandes difficultés d'exécution. Aucune autre série d'expériences physiologiques ne m'en a offert de semblables. Je

décrirai les appareils que j'ai mis en usage, dans l'exposé détaillé des expériences dont je parle. Qu'il me suffise de dire maintenant que j'ai mesuré la pression sanguine au moyen d'un manomètre à mercure placé en dehors de l'appareil à pression ; ce manomètre avait plus de 3^m de hauteur, et de $1^{mm},5$ à 2^{mm} de diamètre.

» Voici les principaux résultats que j'ai obtenus :

» 1° La pression sanguine, étant donné que le chien respire l'air ordinaire, commence à baisser aussitôt que l'élévation de la pression barométrique atteint $1^{atm},25$. Cet abaissement augmente lentement. A 3^{atm}, il est de 70 à 100^{mm}. Quand on remplace l'air ordinaire par l'oxygène pur, la pression sanguine subit un abaissement encore bien plus sensible : la descente s'effectue rapidement. A 3^{atm}, la pression sanguine est déjà si basse (à peine de 20 à 10^{mm}), que la circulation, et par conséquent la vie, devient presque impossible.

» 2° Lorsque la pression barométrique dépasse 2^{atm}, le nombre des pulsations cardiaques accuse une augmentation notable et constante. A ce moment, les pulsations, quand le chien respire l'oxygène pur, sont presque doublées : c'est entre $1^{atm},50$ et 2^{atm} que l'amplitude des battements du cœur devient le plus considérable.

» 3° Les mouvements respiratoires subissent des variations parallèles, mais en sens inverse. Jusqu'à 2^{atm}, le changement est à peu près nul. Les 2^{atm} une fois dépassées, le nombre des respirations diminue constamment. Quand l'animal respire l'oxygène pur, on compte de quatre à six pulsations par minute au maximum. Les respirations deviennent très superficielles.

» De l'ensemble de ces résultats, il ressort clairement :

» 1° Que les hautes pressions atmosphériques n'agissent sur l'organisme, d'une manière évidente, que lorsqu'elles modifient sensiblement les rapports existant entre la tension des gaz contenus dans le sang;

» 2° Que cette action s'exerce sur les appareils de la circulation et de la respiration, conformément aux lois qui régissent l'action des gaz du sang sur les centres nerveux présidant au fonctionnement de ces appareils;

» 3° Que, par conséquent, l'oxygène *n'est nullement un poison spécial pour l'organisme; les animaux meurent à de hautes pressions atmosphériques, uniquement parce que, l'acide carbonique* (l'excitant principal des centres vasomoteurs et respiratoires) *diminuant très sensiblement, la circulation et la respiration s'arrêtent* : la circulation, *par suite de l'abaissement trop considérable de la pression sanguine;* la respiration, *par l'état d'apnée*. Les battements du cœur s'accélèrent par les mêmes raisons : d'un côté, l'oxygène, l'excitant

normal des nerfs et des centres accélérateurs, augmente leur activité; d'un autre côté, la disparition de l'acide carbonique diminue l'action modératrice des nerfs pneumogastriques ([1]). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le parasite de la malaria.* Note de M. RICHARD.

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, de Quatrefages, Pasteur, Bouley, Vulpian).

« M. Laveran, professeur agrégé du Val-de-Grâce, a signalé récemment dans le sang des malades atteints d'impaludisme un microbe spécial, auquel il a donné le nom d'*oscillaria malariæ*. J'ai, de mon côté, à l'hôpital de Philippeville, où les malades palustres abondent, institué les mêmes recherches, et j'ai trouvé d'une façon constante le même parasite chez les malades ayant des fièvres d'accès, parasite qui manque absolument chez les non-paludéens. Ces observations m'ont fourni, sur le microbe de la malaria, des détails nouveaux que je m'empresse de communiquer à l'Académie.

» Ce microbe a un habitat spécial, le globule rouge du sang, dans lequel il se développe comme un charançon dans une lentille, et d'où il sort une fois qu'il est arrivé à l'état parfait. Lorsqu'on examine du sang d'un malade qui est sous le coup de fièvres d'accès, on trouve des globules rouges qui ont, dans leur épaisseur, une toute petite tache claire, parfaitement ronde; ces globules ont, du reste, conservé toute l'apparence et toute l'élasticité des globules rouges normaux : ils sont simplement, qu'on me passe l'expression, *piqués*. A côté de ces globules, il en existe d'autres, où l'évolution du microbe est plus avancée; la tache claire s'est agrandie et elle est entourée comme d'une sertissure de fines granulations noires; tout autour, l'hémoglobine, parfaitement reconnaissable à sa teinte jaune verdâtre, forme un anneau qui ira se rétrécissant à mesure que le parasite augmentera lui-même de volume. Il arrive un moment où il ne reste plus qu'une étroite zone marginale, parfaitement décolorée,

---

([1]) *Voir* mon Mémoire *Sur l'influence de l'acide carbonique et de l'oxygène sur le cœur* (*Comptes rendus*, année 1867).

l'hémoglobine ayant disparu en entier, et où tout le corps du globule rouge est réduit à sa coque et est envahi par le microbe; à ce moment, l'on a sous les yeux un élément circulaire (corps n° 2 de Laveran), ayant à peu près la dimension du globule rouge et renfermant une élégante collerette de granulations noires; cette collerette, c'est le microbe qui est arrivé à son état parfait et qui est pourvu d'un ou plusieurs prolongements très ténus, mesurant 25^{μ} et plus de longueur; seulement ils ne sont pas visibles ainsi. A ce moment, le parasite va percer la membrane qui le contient et s'échapper en liberté dans le plasma sanguin. J'ai, en effet, sur plusieurs de mes préparations, vu le microbe sorti presque en entier de sa coque, qui restait appendue sur un de ses côtés sous la forme d'un cercle extrêmement pâle, nécessitant une grande attention pour être aperçu; des observations souvent répétées ne me laissent aucun doute sur la réalité de ce fait de l'émigration. D'autres fois, les filaments mobiles percent seuls l'enveloppe, dans laquelle le corps du parasite continue à rester enfermé. D'ailleurs, dans un cas comme dans l'autre, on le voit entrer en mouvement, et s'agiter vivement à la façon d'une verge flexible qu'on secouerait violemment en la tenant par le gros bout: ils fouettent les globules rouges voisins dans leurs évolutions; il arrive parfois que leur extrémité libre, légèrement renflée, se prend dans une maille du réticulum fibrineux, et alors c'est le corps du parasite qui oscille, en même temps que le filament se meut avec une rapidité croissante, comme s'il cherchait à se dégager. Au bout d'une heure, quelquefois moins, rarement plus, le mouvement s'éteint, et il ne reste que le cadavre du parasite.

» Ce phénomène si curieux des vibrations n'est pourtant pas la règle, du moins sur le champ du microscope; la plupart du temps, le parasite reste inerte; on a d'autant plus de chance de voir les vibrations qu'il est plus avancé dans son développement. Les globules rouges à parasites très petits n'entrent jamais en mouvement.

» Voici le dernier terme de tous les globules rouges parasitifères. On les voit peu à peu s'étaler, se déformer; la collerette pigmentaire se défait, et on a sous les yeux une de ces masses grisâtres, renfermant quelques granulations noires, qui ont été signalées par plusieurs observateurs, Kelsch entre autres. Les granulations pigmentaires, ainsi devenues libres, sont rapidement reprises dans le sang par les leucocytes, qui s'en imprègnent; je tiens à bien faire ressortir ici que le leucocyte mélanifère n'est qu'un épiphénomène du processus palustre, l'altération primordiale, essentielle, portant sur le globule rouge.

» M. Laveran a signalé encore d'autres corps allongés, ovalaires ou en forme de croissants (corps n° 1), ayant en longueur le diamètre du globule rouge. J'ai très souvent rencontré ces éléments, toujours chez d'anciens fébricitants; je pense que ce sont des globules rouges parasitifères, qui sont restés engagés pendant quelque temps dans des capillaires qu'ils ont traversés péniblement, et qui en ont gardé cette attitude forcée; je pense aussi que ces parasites sont arrêtés dans leur développement, car on ne les voit jamais entrer en vibration.

» Il y aurait nombre de déductions physico-pathologiques à tirer de ce qui précède; je me contenterai d'un seul exemple. L'accès pernicieux comateux tient à une obstruction des capillaires cérébraux, par des masses d'éléments dans lesquels une collerette de granulations noires fait nettement reconnaître les microbes ci-dessus décrits. Or les globules rouges parasitifères sont remarquables en ce qu'ils ont perdu toute leur élasticité et sont devenus très visqueux. Lorsqu'on essaye de les déplacer en pressant sur le couvre-objet, on voit les globules normaux s'échapper dans toutes les directions, tandis que les globules malades restent collés à leur place; pour les en faire bouger, il est nécessaire d'exercer sur la lamelle des pressions violentes. Ils doivent donc, et cela se comprend aisément, passer très-difficilement à travers des capillaires très fins, que le globule rouge franchit grâce à son élasticité merveilleuse, et les obstruer pour peu qu'ils soient nombreux; or, dans l'accès pernicieux, leur nombre est énorme.

» La destruction des globules rouges, si remarquable dans la malaria, l'action du sulfate de quinine, l'opiniâtreté de l'infection, s'expliquent trop bien pour qu'il soit nécessaire de m'y arrêter.

» Chez tout malade qui va avoir un accès, le microbe se retrouve. J'en excepte les cachectiques palustres; pour cette catégorie, mes recherches ne sont pas encore complètes.

» Au point de vue du diagnostic, le microbe palustre constitue un élément précieux, tant pour le praticien que pour le nosologiste.

» Au point de vue histologique, je crois que ce microbe est un vrai réactif, indiquant que le globule rouge est vraiment muni d'une membrane d'enveloppe.

» *Technique.* — J'ai suivi le procédé de Laveran qui consiste à examiner directement, sans liquide additionnel, le sang tiré du doigt par une piqûre. Il est nécessaire de prendre une très petite gouttelette de sang, afin d'avoir les globules bien étalés les uns à côté des autres. Cette méthode est la seule à employer lorsqu'on veut étudier le microbe et ses mouvements;

mais elle est insuffisante lorsqu'il s'agit de déceler les globules parasitaires dans un sang qui n'en renferme que peu; pour obtenir ce résultat, j'ai imaginé de détruire les globules rouges normaux, en mélangeant à la goutte de sang une goutte d'acide acétique; les parasites ne sont pas détruits : on les retrouve avec la plus grande facilité. Cette méthode a, en outre, l'avantage de pouvoir conserver pendant quelque temps les globules parasites allongés, mais ceux-là seulement. »

ZOOLOGIE. — *Un nouveau mâle* aptère *chez les Coccidiens* (Acanthococcus aceris *Sign.*). Note de M. **J. Lichtenstein.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Un des caractères les plus généralement cités dans tous les Ouvrages qui traitent des Cochenilles ou Coccidiens est celui de présenter des mâles ailés, à deux ailes, comme les Diptères, et deux balanciers au-dessous.

» Le dernier grand Ouvrage de M. Signoret, *Essai sur les Cochenilles,* qui date de 1877, dit (p. 31) : *Les mâles sont toujours ailés,* et, même quand il se trouve en présence du mâle du *Gossyparia ulmi,* qui n'a que des moignons d'ailes, M. Signoret croit avoir affaire à un insecte mal développé (p. 321).

» Depuis que mes études sur le Phylloxera m'ont amené à m'occuper de tous les Homoptères, j'ai pu démontrer que l'état normal parfait du *Gossyparia ulmi* mâle était de n'avoir que des moignons d'ailes; en même temps je signalais à l'Académie une nouvelle Cochenille (aussi sur l'Ormeau) dont le mâle était complètement aptère (*Ritsemia pupifera*) et je décrivais dans un journal anglais (*Entomologist Monthly Magazine,* Vol. XIV, p. 34; 1877) une forme aptère de mâle trouvée aux racines de Graminées.

» Aujourd'hui c'est un nouveau mâle de Coccide, complètement aptère, dont je viens signaler l'existence. Il appartient à un Coccidien très connu, commun sur tous les érables et nommé *Acanthococcus aceris* par M. Signoret, qui a fort bien décrit la femelle et l'état larvaire.

» Cet Insecte se présente sous la forme habituelle des mâles de Coccide, mais sans aucune trace d'ailes ni de balanciers; sa taille est de $0^{m},70$, sa couleur d'un brun rougeâtre; les antennes ont dix articles, moniliformes et garnis de poils; elles ont environ $0^{mm},38$. L'abdomen se termine par un article renflé portant le pénis; cet article est placé entre deux papilles

triangulaires d'où partent deux longs filets blancs, caduques, fréquents chez tous les Coccides.

» Comme pour presque toutes mes découvertes, c'est par l'élevage que j'ai obtenu celle-ci. C'est même presque le seul moyen, non seulement d'obtenir ces créatures microscopiques en bon état, mais encore de rattacher l'individu à l'espèce à laquelle il appartient.

» J'ai pu, de cette manière, faire même quelques observations sur le développement nymphal des Cochenilles, qui n'ont pas encore été citées, que je sache.

» Les œufs de l'*Acanthococcus aceris* sont pondus, comme cela a lieu dans ce groupe de Coccides, dans le sac feutré qui sert d'enveloppe à la femelle et qu'elle exsude après accouplement. La ponte a lieu le 1er mai. Les œufs éclosent du 20 au 25, et les petites larves se répandent sur les érables, où elles se fixent sous les feuilles et grossissent très lentement. Elles sont alors de forme ovoïde, allongée, acuminée postérieurement et toutes garnies d'épines, d'où leur nom de genre.

» Quand les feuilles tombent, ces Insectes gagnent l'écorce et se préparent à leur sommeil d'hiver, qui, ici, ne dure pas très longtemps.

» En effet, si l'on enferme une de ces petites larves, on voit déjà, en décembre et dans les premiers jours de janvier, qu'elle sécrète par toutes ses épines, qui ne sont en réalité que des filières, une matière cotonneuse, feutrée, qui l'entoure comme un cocon, fermé à sa partie antérieure, mais fendu transversalement à sa partie postérieure.

» Le cocon fini, ce qui a eu lieu chez moi le 14 janvier, l'insecte se débarrasse de sa peau à filières, qui lui est devenue inutile, et la rejette par la fente postérieure.

» Alors il prend une forme plus allongée et apparaît comme un petit sac plein d'un liquide amorphe, sur lequel se détachent, comme d'informes appendices, les deux antennes et les six jambes, qui ont à peine des traces d'articulation et n'ont que $0^{mm},009$ de long. Cet état *pseudonymphal*, qui me rappellerait les *pseudonymphes* des Cantharides, dure une huitaine de jours : alors nouveau changement de peau, qui est rejetée également par la fente postérieure, et la vraie nymphe arrive. Celle-ci a les membres plus développés : les jambes ont $0^{mm},045$ de longueur et montrent très bien leurs articulations; les antennes, quoique lisses et cerclées de dix petites lignes, laissent voir par transparence les articles moniliformes et velus de l'Insecte parfait qui se forme à l'intérieur, brise cette troisième enveloppe après une quinzaine de jours et l'envoie, toujours par la fente postérieure, rejoindre les deux précédentes.

» On voit alors apparaître la pointe des deux filets blancs que sécrète l'insecte et qui s'allongent de jour en jour; enfin le gracieux petit animal sort à reculons et court sur le tronc des érables, à la recherche des femelles, s'accouple et meurt; c'est alors à la femelle à s'entourer d'un cocon et à le remplir d'œufs, qui donneront la génération suivante.

» Cette histoire a tout l'air d'un roman, mais je joins, comme pièce à l'appui, l'insecte vivant lui-même, dans la petite prison où il a dépouillé sous mes yeux son enveloppe de *pseudonymphe* et de *nymphe*, qui sont à côté de lui. L'Académie verra ainsi par elle-même combien il est simple et facile de suivre l'évolution de ces petits êtres, en les mettant en cellule entre deux verres.

» Seulement où cet insecte prend-il de quoi sécréter un cocon et rejeter successivement trois enveloppes? Je n'en sais rien, et je laisse à de plus savants que moi le soin de l'expliquer. »

M. G. **Cabanellas** adresse, par l'entremise de M. Cornu, une Note portant pour titre « Les machines dynamo-électriques à courant continu peuvent-elles exister? »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu.)

M. **Tellier** adresse un « Mémoire sur la Thermodynamique, appliquée à la production du froid et de la force motrice ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.

M. J. **Nolan** adresse diverses Notes concernant les comètes, les météores et la force répulsive du Soleil.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. J. **Legrand** adresse une Note relative à une « gaffe de sauvetage » dont il est l'inventeur.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

Le Mémoire de M. **Eug. Marchand**, sur le dosage volumétrique de la potasse, qui avait été soumis à l'examen de feu M. Bussy, est renvoyé à l'examen de M. Peligot.

CORRESPONDANCE.

MM. Toussaint, Brault, C. Vincent adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

Astronomie. — *Observations de la comète b = III 1881, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. Bigourdan. (Communiquées par M. Mouchez).

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✶☄ — ★	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ✶☄ — ★	Déclinaison. Log. fact. par.
Sept. 28.	*a*	9,5	— 4^{h}.51^{m},70	0,083	— 2′.59″,9	0,624
29.	*b*	9,5	— 0.54,80	0,048	+ 3.31,5	0,691
30.	*c*	9,5	+ 0. 8,97	0,086	+ 1.52,6	9,600
Oct. 1.	*d*	9	— 2.22,28	0,109	— 1.21,2	0,446
3.	*e*	9	+ 1. 4,49	$\bar{1}$,996	+ 2.58,7	0,745
4.	*f*	9	+ 3. 1,16	0,102	+ 0.34,7	0,108
5.	*g*	9	+ 1. 0,43	0,022	+ 1.18,9	0,028*n*
10.	*h*	10	+ 1.56,19	0,014	— 6.46,4	$\bar{1}$,896*n*
14.	*i*	9,5	— 3.23,83	0,059	— 0. 8,6	$\bar{1}$,790
15.	*j*	9,5	— 1. 5,91	0,011	+ 5.53,2	$\bar{1}$,782*n*
16.	*j*	9,5	+ 2.51,55	$\bar{1}$,923	— 1.50,8	0,228*n*
17.	*k*	»	— 0.17,99	$\bar{1}$,978	+ 0.16,0	0,006*n*
18.	*l*	9	— 3.13,64	$\bar{1}$,978	— 2.47,3	$\bar{1}$,981*n*
19.	*m*	8	— 2.43,43	$\bar{1}$,984	— 1.48,6	$\bar{1}$,903*n*
21.	*n*	9	— 2.31,84	0,053	— 7.50,6	0,194
22.	*o*	8	+ 3.14,08	0,013	+ 1.41,3	$\bar{3}$,915
25.	*p*	»	+ 2.10,91	0,027	— 3.56,9	$\bar{1}$,902
29.	*q*	8	— 4.51,50	0,032	— 4.21,2	0,341
30.	*r*	9,5	— 2.26,23	$\bar{1}$,927	+ 2.48,4	$\bar{1}$,904*n*
31.	*s*	9,5	— 1.27,28	$\bar{1}$,818	— 2.39,9	0,266*n*
Nov. 11.	*t*	8,5	+ 3.12,47	$\bar{1}$,933	— 2.37,3	$\bar{2}$,277*n*
12.	*u*	8,3	+ 1.16,07	$\bar{1}$,905	+ 4.53,6	$\bar{2}$,413*n*
14.	*v*	9	+ 0. 5,13	$\bar{1}$,947	+ 0.25,5	$\bar{1}$,754
17.	*x*	9,5	— 2. 7,77	$\bar{1}$,785	+ 2.24,7	0,129*n*
19.	*y*	6,5	— 1.52,93	$\bar{1}$,969	— 2.17,7	0,428
23.	*z*	8,5	— 1.30,40	$\bar{1}$,805	+ 2. 0,6	$\bar{1}$,709*n*
Déc. 18.	*a′*	9,5	+ 0.38,55	$\bar{1}$,848	— 0. 3,4	0,747
31.	*b′*	8	— 0.28,64	$\bar{1}$,885	— 4.40,5	0,457
23.	*c′*	12	+ 0. 7,40	$\bar{9}$,888	+ 3.14,1	0,450

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris. h m s	Ascension droite apparente. h m s	Déclinaison apparente. ° ′ ″	Nombre de comparaisons.	Autorité.
Sept. 28...	12. 2.20	16.58.29,56	72.54.43,1	15 : 20	Arg. OEltzen.
29...	12.34.30	17. 2.38,85	72.47.53,4	21 : 25	*Id.*
30...	11.51.40	17. 6.34,58	72.42. 8,3	20 : 24	*
Oct. 1...	11. 1.48	17.10.27,08	72.34.46,2	18 : 20	B. D.
3...	13. 4.57	17.19. 8,47	72.20.11,7	18 : 24	*Id.*
4...	9.55.36	17.22.42,34	72.14.27,4	18 : 24	*Id.*
5...	8.11.52	17.26.31,61	72. 7.31,1	21 : 28	Arg. OEltzen.
10...	8.18.12	17.44.21,02	71.19.55,7	18 : 24	*
14...	9.26.17	18. 3.52,49	70.59.10,2	18 : 18	*
15...	8.29.31	18. 7.49,19	70.52. 0,3	18 : 18	B. D.
16...	7.29.59	18.11.46,65	70.44.16,3	14 : 20	*Id.*
17...	8. 7.21	18.16. 4,36	70.35.53,4	20 : 21	*
18...	8.11.21	18.20. 9,48	70.27.42,2	18 : 24	B. D.
19...	8.17. 1	18.24.21,56	70.19.20,7	17 : 24	Lalande.
21...	10. 2.50	18.32.50,96	70. 1.35,3	18 : 28	Arg. OEltzen.
22...	8.51.20	18.36.43,99	69.53.22,2	21 : 28	*Id.*
25...	9.25.34	18.48.58,55	69.27.17,0	18 : 24	*
29...	10.25.37	19. 5.15,75	68.49.46,5	18 : 24	Arg. OEltzen.
30...	8. 1.25	19. 8.49,76	68.41.45,0	17 : 24	B. D.
31...	7. 5.15	19.12.37,25	68.33. 4,8	21 : 21	*Id.*
Nov. 11...	8.31.14	19.55.11,43	66.43.22,8	15 : 20	Arg. OEltzen.
12...	8.10.51	19.58.52,37	66.33.14,5	17 : 30	Fedorenko.
14...	8.56.47	20. 6.19,65	66.12.22.8	20 : 20	*
17...	7.10.53	20.17. 0,85	65.41.32,3	21 : 30	B. D.
19...	10.25.22	20.24.32,55	65.19.54,8	15 : 20	Arg. OEltzen.
23...	7.25.19	20.38. 5,47	64.39.21,1	24 : 32	*Ann. Bonn*, t. VI.
Déc. 18...	11.53. 2	21.57.20,94	60.28.23,3	18 : 13	Rumker.
21...	9.41.23	22. 5.34,93	60. 2.22,6	16 : 15	*Id.*
23...	9.55.51	22.11. 9,33	59.44.49,1	10 : 10	*

» Dans les observations du 21 et du 23 décembre, la comète était très faible; son éclat calculé n'était plus alors que la 1350e partie de celui qu'elle avait le 23 juin, quand elle commença d'être visible à Paris. En janvier 1882, pendant l'absence de la Lune, le ciel a été presque constamment couvert, et il n'a pas été possible de chercher à la revoir.

* Étoile anonyme : sa position résulte de la comparaison à une autre étoile dont la position est tirée de la B. D.

» 25 juin 1881, vers $10^h 10^m$, temps sidéral : dans l'axe de la queue, derrière le noyau, est une ligne mal définie, plus sombre que les parties voisines. Son angle de position par rapport au noyau est 343°, 3.

» Le lendemain, j'ai encore noté l'existence de cette ligne.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1881,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Sep. 28...	*a*, 16855 Arg. OE.....	17. 3.24,12	− 2,86	+72.57.26,9	+ 16,1
29...	*b*, 16856 »	17. 3.36,50	− 2,85	72.44. 5,9	+ 16,0
30...	*c*, Anonyme.........	17. 6.28,47	− 2,86	72.39.59,5	+ 16,2
Oct. 1...	*d*, 773 BD + 70°....	17.12.52,17	− 2,81	72.35.50,1	+ 17,3
3...	*e*, 779 »	17.18. 6,76	− 2,78	72.16.55,7	+ 17,3
4...	*f*, 780 »	17.19.43,98	− 2,80	72.13.35,3	+ 17,4
5...	*g*, 17208 Arg. OE.....	17.25.33,92	− 2,74	72. 5.54,2	+ 18,0
10...	*h*, Anonyme.........	17.42.27,43	− 2,60	71.26.22,6	+ 19,5
14...	*i*, »	18. 7.18,62	− 2,30	70.58.56,5	+ 22,3
15...	*j*, 979 B. D + 70°....	18. 8.57,37	− 2,27	70.45.44,7	+ 22,4
16...	*j*, »	18. 8.57,37	− 2,27	70.45.44,7	+ 22,4
17...	*k*, Anonyme.........	18.16.24,52	− 2,17	70.35.13,9	+ 23,5
18...	*l*, 994 B. D. + 70°...	18.23.25,23	− 2,11	70.30. 5,5	+ 24,0
[illegible]	[illegible]	[illegible]	− 2,08	[illegible]	+ 24,3

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution des protubérances, des facules et des taches solaires, observées à Rome pendant le deuxième et le troisième trimestre de* 1881. Note de M. TACCHINI.

« La méthode déjà employée pendant les trimestres précédents nous a fourni les résultats suivants, pour la distribution des différents phénomènes sur la surface solaire :

Deuxième trimestre de 1881.

Latitudes héliographiques.	Nombre des protubérances.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des facules.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des taches.
90° + 70°.....	9	90° + 70°....	0	90° + 70°....	0
70 + 50.....	74	70 + 50....	1	70 + 50....	0
50 + 30.....	69	50 + 30....	38	50 + 30....	1
30 + 10.....	84	30 + 10...	126	30 + 10....	38
10... 0.....	31	10... 0....	24	10... 0....	4
0 — 10.....	21	0 — 10....	24	0 — 10....	9
10 — 30.....	63	10 — 30....	106	10 — 30....	49
30 — 50.....	62	30 — 50....	27	30 — 50....	1
50 — 70.....	80	50 — 70....	0	50 — 70....	0
70 — 90.....	3	70 — 90....	0	70 — 90....	0

Troisième trimestre 1881.

Latitudes héliographiques.	Nombre des protubérances.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des facules.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des taches.
90° + 70°.....	2	90° + 70°....	0	90° + 70°....	0
70 + 50.....	102	70 + 50....	3	70 + 50....	0
50 + 30.....	78	50 + 30....	29	50 + 30....	0
30 + 10.....	129	30 + 10....	152	30 + 10....	38
10... 0.....	33	10... 0....	58	10... 0....	15
0 — 10.....	28	0 — 10...	27	0 — 10....	2
10 — 30.....	139	10 — 30...	114	10 — 30....	35
30 — 50.....	145	30 — 50....	48	30 — 50....	1
50 — 70.....	110	50 — 70....	1	50 — 70....	0
70 — 90.....	5	70 — 90....	0	70 — 90....	0

» Les taches et les facules solaires présentent, comme dans le premier trimestre, deux maxima entre ± 10 et ± 30; mais les facules s'étendent à des latitudes plus élevées. Les protubérances ont été observées très près des

pôles, tandis que dans le premier trimestre elles manquaient entre $\pm 70°$ et $\pm 90°$.

» Dans les différentes zones, la fréquence des protubérances est analogue à celle qui avait été trouvée pour le premier trimestre; le plus grand nombre des protubérances tombe en dehors des zones des maxima des taches solaires, et on a même des maxima de protubérances là où il n'y a pas de taches.

» Quant à la fréquence des différents phénomènes dans les deux hémisphères, on voit qu'elle est assez irrégulière pour les facules et les taches; au contraire, pour les protubérances, on trouve que les oscillations du nord au sud présentent une certaine régularité, comme l'indiquent les nombres suivants :

	Protubérances	
1881.	au nord.	au sud.
Janvier	22	22
Février	33	47
Mars	44	45
Avril	65	43
Mai	115	100
Juin	90	87
Juillet	136	160
Août	115	172
Septembre	93	95

» Je ne crois pas qu'il soit encore permis de tirer des conclusions de ces variations, mais je ferai remarquer seulement que les oscillations sont, pour les trois trimestres, d'accord avec l'inclinaison de la projection de l'axe polaire du Soleil sur le méridien qui passe par le centre du disque; de manière que, lorsque l'inclinaison tend à augmenter, la prépondérance des protubérances tombe au sud; lorsque cette même déclinaison diminue, c'est le contraire qui a lieu. En d'autres termes, la prépondérance des protubérances se manifeste, en hiver et en été, au sud; au printemps et en automne, au nord. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième et le troisième trimestre de* 1881. Note de M. TACCHINI.

« Le nombre des jours d'observation a été de 107, savoir : 9 dans le mois d'avril, 17 en mai, 15 en juin, 27 en juillet, 25 en août et 14 en

septembre. Voici le résultat moyen que j'ai obtenu pour chaque mois :

	1881.					
	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
Nombre moyen des protubérances par jour........	11,8	12,2	10,8	10,8	12,4	14,3
Hauteur moyenne des protubérances............	49",2	47",0	50",1	46",2	47",2	52",2
Extension moyenne des protubérances...........	2°,32	2°,70	3°,00	2°,60	2°,50	3°,20

» Il s'est donc produit une augmentation presque progressive dans le nombre moyen des protubérances par jour, tandis que la hauteur et l'extension sont peu différentes de celles du trimestre précédent : l'activité solaire continue donc à augmenter, mais non pas très rapidement.

» Je crois devoir faire remarquer ici le minimum secondaire, qui s'est produit dans le mois de juillet, tandis que le nombre des taches solaires présente un maximum dans le même mois. Dans les *Memorie degli Spettroscopisti*, je me suis contenté de dire qu'un tel fait me semble de quelque importance, au point de vue des différentes théories émises sur la formation des taches solaires. En effet, si l'on admettait, par exemple, que les taches ne fussent autre chose que le produit des cyclones solaires, capable de transporter les matériaux plus élevés dans les couches plus profondes, pour les rejeter ensuite en forme de protubérances, il est bien clair qu'une augmentation rapide du nombre des taches entraînerait un accroissement du nombre des protubérances, ce qui serait en opposition avec nos observations du troisième trimestre 1881.

» Cette déclaration, sur les simples faits observés, a donné lieu à une Note de l'illustre Académicien M. Faye, insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 30 janvier dernier. M. Faye, frappé sans doute de l'importance de notre remarque, pense que les faits ne sont pas tels que nous les avons exposés; il déclare que la contradiction est due aux statistiques, qui permettent même d'arriver à la fois à des résultats opposés, comme dans le cas qu'il cite pour MM. Wolf et Spœrer.

» L'illustre Académicien me permettra néanmoins, pour appuyer ma proposition, de réduire la question à la plus simple expression, c'est-à-dire aux nombres des groupes des taches solaires. Je suis persuadé que M. Faye m'accordera assez d'habitude des observations de ce genre, pour voir avec sûreté s'il y a ou non des groupes de taches sur le disque solaire,

et, dans le cas où il y en a, en savoir compter le nombre. Voici le nombre total, et le nombre moyen des groupes de taches, par jour, pendant les deux trimestres :

1881.	Nombre des jours d'observation.	Nombre total des groupes.	Nombre moyen des groupes par jour.
Avril	20	38	1,90
Mai	26	35	1,35
Juin	26	29	1,12
Juillet	30	51	1,70
Août	30	18	0,60
Septembre	20	22	1,10

» Le minimum du mois d'août est donc un fait bien établi; d'autre part, les observations spectroscopiques faites en juillet et août ont une continuité presque complète, car il manque un seul jour d'observation pour chaque mois : notre remarque conserve donc, même après la Note de M. Faye, la même valeur, la même exactitude. Quant aux pores, s'il est vrai, comme l'assure l'illustre Académicien, que nous ne pouvons pas en faire un dénombrement bien exact, cela veut dire que les pores, dont parle M. Faye, restent invisibles dans les lunettes dont on se sert en Italie et à l'étranger pour observer les groupes des taches solaires : dès lors, pour ce qui regarde les statistiques, ils restent en dehors de la question.

» Je regrette maintenant de ne pouvoir pas être d'accord avec M. Faye sur ce point, mais je déclare qu'il me paraît avoir complètement raison sur la question des cyclones terrestres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution, dans le plan, des racines d'une équation algébrique dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.* Note de M. LAGUERRE, présentée par M. Hermite.

« 3. En conservant les désignations dont j'ai fait usage dans ma Note précédente, considérons un cercle passant par les points O et A et coupant en N la parabole P. La droite menée par N perpendiculairement au diamètre du cercle jouit évidemment de la propriété que toutes les racines de l'équation (1) sont situées d'un même côté de cette droite. Lorsqu'on fait varier le rayon du cercle, cette droite enveloppe une courbe P' passant par le point A et contenant toutes les racines; de cette courbe P', on déduira de la même manière une infinité d'autres courbes P'', P''', ... jouis-

sant de la même propriété et qui auront pour limite une courbe π caractérisée par les conditions suivantes :

» 1° Elle passe par le point A;

» 2° Si N désigne un de ses points et si l'on construit le cercle déterminé par les points O, A et N, la tangente à la courbe au point N est perpendiculaire au diamètre de ce cercle qui passe par le point O.

» D'où l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2ny}{x^2 + y^2 + 2nx},$$

dont l'intégrale est, en coordonnées polaires, $\rho = \frac{k - 2n\omega}{\sin\omega}$.

» La constante arbitraire k se détermine par la condition que la courbe passe par le point A, et l'on voit que l'on doit faire $k = 0$.

» D'où la conclusion suivante :

» Les racines de l'équation $f(x) = 0$ sont toutes situées en dehors du cercle tracé autour de l'origine avec un rayon égal à $(n+1)$, et toutes situées dans l'intérieur de la branche de courbe transcendante que l'on obtient en faisant varier ω depuis $-\pi$ jusqu'à $+\pi$ dans l'équation

$$\rho = \frac{-2n\omega}{\sin\omega}.$$

» 4. La méthode précédente s'applique à l'équation dont le premier membre est le polynôme hypergéométrique $F(-n, \alpha, \beta - n + 1, x)$, qui satisfait à l'équation linéaire du second ordre

$$x(1-x)\frac{d^2y}{dx^2} + [(n-1-\alpha)x + \beta - n + 1]\frac{dy}{dx} + n\alpha y = 0.$$

» Je considérerai seulement les racines pour lesquelles le coefficient de i est nul ou positif, en sorte que, $\omega = \xi + \eta i$ désignant une quelconque de ces racines, on ait $\eta \geqq 0$. Cela posé, en faisant, pour abréger, $\mu = n - 1$, on obtient sans peine le tableau suivant, où, en regard des conditions auxquelles satisfont les nombres α et β, j'ai placé les limitations correspondantes relatives à ξ et η.

$\beta - \alpha < 0,\ \mu - \beta < 0$	$\eta = 0$, toutes les racines sont réelles
$\alpha + \mu < 0,\ \mu - \beta < 0$	*idem*
$\alpha + \mu < 0,\ \beta - \alpha < 0$	*idem*
$\beta < 0,\ \beta^2 < \alpha^2$	$\text{mod}^2\omega > \frac{\beta^2}{\alpha^2}$

$\beta < 0,\ \beta^2 > \alpha^2$ .... $\mathrm{mod}\,\omega > 1$

$\beta < 0,\ \beta^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2$ .... $\mathrm{mod}^2 \dfrac{\omega}{\omega - 1} > \dfrac{\beta^2}{(\beta - \alpha - \mu)^2}$

$\beta < 0,\ \beta^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2$ .... $\mathrm{mod} \dfrac{\omega}{\omega - 1} > 1$

$\alpha > 0,\ \beta^2 < \alpha^2$ .... $\mathrm{mod}\,\omega < 1$

$\alpha > 0,\ \beta^2 < \alpha^2$ .... $\mathrm{mod}^2\,\omega < \dfrac{\beta^2}{\alpha^2}$

$\alpha > 0,\ \alpha^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2$ .... $\mathrm{mod}^2(\omega - 1) < \dfrac{(\beta - \alpha - \mu)^2}{\alpha^2}$

$\alpha > 0,\ \alpha^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2$ .... $\mathrm{mod}(\omega - 1) < 1$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \beta^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2$ ... $\mathrm{mod}\left(\dfrac{\omega}{\omega - 1}\right) < 1$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \beta^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2$ ... $\mathrm{mod}^2\left(\dfrac{\omega}{\omega - 1}\right) < \dfrac{\beta^2}{(\beta - \alpha - \mu)^2}$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \alpha^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2$ ... $\mathrm{mod}(\omega - 1) > 1$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \alpha^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2$ ... $\mathrm{mod}^2(\omega - 1) > \dfrac{(\beta - \alpha - \mu)^2}{\alpha^2}$

$\alpha - \mu > 0,\ (\mu - \beta)(\alpha - \beta) > 0$ ..... $\eta < \dfrac{\sqrt{(\mu - \beta)(\alpha - \beta)}}{\alpha - \mu}$

$\beta - \alpha - 2\mu > 0,\ (\beta - \mu)(\alpha + \mu) > 0.$ $\dfrac{\eta}{(\xi - 1)^2 + \eta^2} < \dfrac{\sqrt{(\alpha + \mu)(\beta - \mu)}}{\beta - \alpha - 2\mu}$

$\mu + \beta < 0,\ (\alpha + \mu)(\alpha - \beta) > 0$ ..... $\dfrac{\eta}{\xi^2 + \eta^2} < -\dfrac{\sqrt{(\alpha + \mu)(\alpha - \beta)}}{\beta + \mu}$

» 5. Tels sont les premiers résultats auxquels conduit la méthode exposée ci-dessus relativement aux polynômes hypergéométriques.

» Pour obtenir des limitations plus précises, il serait nécessaire de construire et de discuter des courbes du troisième et du quatrième ordre.

» Je ferai observer à ce sujet que la méthode proposée est, à proprement parler, une méthode d'*exhaustion*, qui permet de limiter de plus en plus la portion du plan occupée par les racines. Dans le cas général, la difficulté des constructions et la complication des calculs bornent bientôt les résultats que l'on peut obtenir; mais, par une équation particulière, on peut, sans trop de difficultés, pousser assez loin la limitation cherchée et, au besoin, faire usage de constructions graphiques et d'une épure. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable;* par M. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite).

Soit $F(x)$ une fonction telle que j'ai considérée dans ma dernière Lettre. Vous aurez toujours

$$F(x) = \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x) + G(x),$$

où

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) - \sum_{\mu=0}^{m_\nu-1} A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu,$$

$$G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) = c_{-1}^{(\nu)}(x-a_\nu)^{-1} + c_{-2}^{(\nu)}(x-a)^{-2} + c_{-3}^{(\nu)}(x-a)^{-3} + \ldots,$$

$$G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) = \sum_{\mu=0}^{\infty} A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu, \quad \text{pour} \quad \left(\frac{x}{a_\nu}\right) < 1,$$

et $G(x)$ est une fonction entière, algébrique ou transcendante.

Quand la fonction $F(x)$ est une fonction connue et qu'on veut l'exprimer par une série telle que la précédente, il s'agit de trouver des nombres m_1, $m_2, m_3, \ldots$, tels que la série $\sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x)$ sera uniformément convergente, ainsi que de déterminer la fonction $G(x)$. Je déduirai une formule qui donne le moyen de résoudre ce problème dans un cas très général.

Soit S un contour simplement connexe qui embrasse le point $z = 0$, ainsi que les seuls points singuliers $z = a_1, a_2, a_3, \ldots, a_\mu$, et soit x une valeur quelconque qui n'est pas zéro. Vous aurez alors, en désignant par $\frac{1}{2\pi i}\int^{(a)} f(z)dz$ le résidu de la fonction $f(z)$ au point $z = a$ et par m un nombre entier positif,

$$\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz = \int^{(x)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz + \int^{(a)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz + \sum_{\nu=1}^{n}\int^{(a_\nu)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz.$$

Si $z = 0$ appartient aux points $a_1, a_2, \ldots, a_\mu$, il ne sera pas compris sous le signe de sommation. Je suppose d'abord que la quantité x n'aura pas une

des valeurs a_1, a_2, ..., a_μ. Vous obtenez alors

$$\begin{aligned} F(x) = &- \frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz \\ &- \sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz + \frac{1}{2\pi i}\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot az. \end{aligned}$$

Le résidu $-\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz$ peut être calculé de la manière suivante. Si $z = 0$ n'est pas un point singulier, vous aurez, pour des valeurs suffisamment petites de mod. z,

$$\begin{aligned} -\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m = \frac{1}{x}\left[\left(\frac{x}{z}\right)^m + \left(\frac{x}{z}\right)^{m-1} + \cdots + \frac{x}{z} + 1 + \frac{z}{x} + \left(\frac{z}{x}\right)^2 + \cdots\right] \\ \times\left[F(0) + F'(0)\cdot\frac{z}{\underline{|1}} + \cdots + F^{(m-1)}_{(0)}\cdot\frac{z^{m-1}}{\underline{|m-1}} + \cdots\right], \end{aligned}$$

et par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz = G_1(x),$$

où

$$G_1(x) = F(0) + F'(0)\cdot\frac{x}{\underline{|1}} + F''(0)\cdot\frac{x^2}{\underline{|2}} + \ldots + F^{(m-1)}_{(0)}\cdot\frac{x^{m-1}}{\underline{|m-1}}.$$

Si, au contraire, $z = 0$ est un point singulier a_ν, vous aurez, pour des valeurs suffisamment petites de mod. z,

$$F(z) = G_\nu\left(\frac{1}{z}\right) + c^0_{(\nu)} + c^{(\nu)}_1.z + c^{(\nu)}_2.z^2 + \ldots.$$

$$\begin{aligned} -\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m = \frac{1}{x}\left[\left(\frac{x}{z}\right)^m + \left(\frac{x}{z}\right)^{m-1} + \ldots + \frac{x}{z} + 1 + \frac{z}{x} + \left(\frac{z}{x}\right)^2 + \ldots\right] \\ \times\left[G_\nu\left(\frac{1}{z}\right) + c^{(\nu)}_0 + c^{(\nu)}_1.z + \ldots + c^{(\nu)}_{m-1}.z^{m-1} + \ldots\right], \end{aligned}$$

et par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m . dz = G_\nu\left(\frac{1}{z}\right) + G_2(x),$$

en mettant $G_2(x) = c^{(\nu)}_0 + c^{(\nu)}_1.x + \ldots + c^{(\nu)}_{m-1}.x^{m-1}$.

» Pour calculer le résidu $-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m.dz$, j'observe qu'on a

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m.dz = -\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}dz$$
$$+\sum_{\mu=0}^{m-1}\frac{1}{2\pi i}\frac{1}{a_\nu}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu\int^{(a_\nu)}\left(\frac{z}{a_\nu}\right)^{-(\mu+1)}.F(z).dz.$$

» Pour des valeurs suffisamment petites de mod. $(z-a_\nu)$, vous aurez

$$\frac{F(z)}{z-x} = -\frac{1}{x-a_\nu}\left[1+\frac{z-a_\nu}{x-a_\nu}+\left(\frac{z-a_\nu}{x-a_\nu}\right)^2+\ldots\right]\left[G_\nu\left(\frac{1}{z-a_\nu}\right)+\mathfrak{P}_\nu(z-a_\nu)\right],$$

et vous obtenez par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}.dz = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right).$$

» Vous avez de même, pour des valeurs suffisamment petites de mod. $(z-a_\nu)$,

$$-\frac{1}{a_\nu}\left(\frac{z}{a_\nu}\right)^{-(\mu+1)}.F(z) = -\frac{1}{a_\nu}\Bigg[1-\frac{\mu+1}{\lfloor 1}\frac{z-a_\nu}{a_\nu}+\frac{(\mu+1)(\mu+2)}{\lfloor 2}\left(\frac{z-a_\nu}{a_\nu}\right)^2$$
$$-\frac{(\mu+1)(\mu+2)(\mu+3)}{\lfloor 3}\left(\frac{z-a_\nu}{a_\nu}\right)^3+\ldots\Bigg]$$
$$\times\left[G_\nu\left(\frac{1}{z-a_\nu}\right)+\mathfrak{P}(z-a_\nu)\right],$$

et par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\frac{1}{a_\nu}\int^{(a_\nu)}\left(\frac{z}{a_\nu}\right)^{-(\mu+1)}.F(z).dz = -\frac{c_{-1}^{(\nu)}}{a_\nu}$$
$$+\frac{(\mu+1)}{\lfloor 1}\frac{c_{-2}^{(\nu)}}{a_\nu}-\frac{(\mu+1)(\mu+2)}{\lfloor 2}\frac{c_{-3}^{(\nu)}}{a_\nu^3}+\frac{(\mu+1)(\mu+2)(\mu+3)}{\lfloor 3}\frac{c_{-4}^{(\nu)}}{a_\nu^4}-\ldots.$$

Comme vous le voyez immédiatement, cette expression n'est que le coefficient $A_\mu^{(\nu)}$ dans le développement $G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)=\sum_{\nu=0}^{\infty}A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu$. Vous aurez donc

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m.dz = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)-\sum_{\mu=0}^{m-1}A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu,$$

et l'on peut mettre

$$G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)-\sum_{\mu=0}^{m-1}A_\mu^{(\nu)}.\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu = F_\nu(x),$$

en supposant que $m_\nu = m$.

» Vous obtenez donc la formule finale

$$F(x) = G(x) + \sum_{\nu=1}^{n} F_\nu(x) + \frac{1}{2\pi i}\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m . dz.$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation*

$$A\frac{d^n\varphi}{dt^n} + \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \dots\right)^n \varphi = 0.$$

Note de M. J. BOUSSINESQ, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article du 2 janvier 1882 (*Comptes rendus*, p. 33), j'ai démontré que la dérivée seconde en x de l'intégrale définie

$$\varphi = \int_0^\infty f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi\left(\frac{x^2}{2\alpha^p}\right)d\alpha,$$

où $p = 2$, s'obtient en remplaçant sous le signe $\int$ les deux fonctions arbitraires f, ψ par leurs dérivées f', ψ'. Supposons ici qu'on laisse provisoirement p quelconque, mais qu'on remplace : 1° x^2 par la somme

$$\iota^2 = x^2 + y^2 + \dots,$$

c'est-à-dire par le carré de la distance ι d'une origine de coordonnées rectangles $x, y, \dots$, dans un espace à m dimensions, au point quelconque $(x, y, \dots)$ de cet espace; 2° la dérivée $\frac{d^2\varphi}{dx^2}$, à obtenir, par la somme analogue $\Delta_2\varphi = \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \dots\right)\varphi$; et proposons-nous de déterminer p de manière que $\Delta_2\varphi$ se déduise encore de φ par les simples substitutions de f', ψ' à f, ψ. Si nous faisons, pour abréger,

$$(1)\quad \gamma = \frac{\iota^2}{2\alpha^p},\quad \text{d'où}\quad \frac{d\gamma}{dx} = \frac{x}{\alpha^p},\quad \dots,\quad \frac{d\gamma^2}{dx^2} + \frac{d\gamma^2}{dy^2} + \dots = -\frac{2\alpha^{1-p}}{p}\frac{d\gamma}{d\alpha},$$

il viendra aisément

$$(2)\qquad \Delta_2\varphi = m\int_0^\infty f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi'(\gamma)\frac{d\alpha}{\alpha^p} - \frac{2}{p}\int_{\alpha=0}^{\alpha=\infty}\alpha^{1-p}f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)d\psi'(\gamma),$$

ou bien, en intégrant par parties et en supposant nul le terme aux limites,

$$(3)\qquad \Delta_2\varphi = \left(m - 2 + \frac{2}{p}\right)\int_0^\infty f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi'(\gamma)\frac{d\alpha}{\alpha^p} + \int_0^\infty f'\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi'(\gamma)\,d\alpha.$$

» Il suffit donc d'annuler $m-2+\frac{2}{p}$, ou de prendre $p=\frac{2}{2-m}$ (et nous admettrons désormais qu'on l'ait fait), pour que $\Delta_2\varphi$ ait la forme désirée. Il est vrai que α^p devient illusoire dans le cas $m=2$, $p=\infty$; mais alors α^p reçoit toutes ses valeurs finies quand α varie dans le voisinage de l'unité, et l'on peut poser $\alpha=1+\frac{\beta}{p}$, où β sera fini, ce qui permet de remplacer, d'une part, α^p par e^β, d'autre part, $d\alpha$ par $d\beta$, abstraction faite d'un coefficient constant. Il vient donc $\varphi=\int_{-\infty}^{\infty} f\left(\frac{1}{2}e^\beta\right)\psi\left(\frac{v^2}{2}e^{-\beta}\right)d\beta$, et l'on vérifie directement que $\Delta_2\varphi$ s'y forme bien pour la substitution à f et ψ de f' et ψ'.

» Cela étant, il résulte de la Note citée du 2 janvier que, si l'on prend pour ψ une des n solutions distinctes de l'équation différentielle

$$(\mp 1)^n\psi^{(n)}+A\psi=0,$$

les fonctions, du type précédent,

$$(4)\qquad \varphi=\int_0^\infty f\left(t\mp\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi\left(\frac{v^2}{2\alpha^p}\right)d\alpha,\quad \varphi=\int_0^\infty f\left(t\mp\frac{v^2}{2\alpha^p}\right)\psi\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)d\alpha$$

(où, dans le cas $p=\infty$, α^p sera remplacé par e^β, $d\alpha$ par $d\beta$ et les limites par $\pm\infty$), vérifieront l'équation aux dérivées partielles $A\frac{d^n\varphi}{dt^n}+(\Delta_2)^n\varphi=0$, pourvu que ces expressions (4) et leurs dérivées à considérer soient finies et bien déterminées. Quand, vu les limites singulières 0 et ∞, elles ne le seront pas, on pourra toujours les rendre telles, aux dépens, il est vrai, de leur généralité, en y supposant la fonction f nulle dans d'assez grands intervalles pour qu'on n'ait pas besoin d'atteindre ces limites $\alpha=0$, $\alpha=\infty$. Par exemple, si l'on adopte dans (4) les signes supérieurs, on se bornera à considérer les valeurs positives de t, et on n'attribuera à la fonction $f(t_1)$ des valeurs différentes de zéro que pour t_1 compris entre zéro et une certaine quantité négative. Admettons, en particulier, que cette dernière soit infiniment voisine de zéro. Alors, en choisissant pour variable d'intégration, au lieu de α, la variable même t_1 dont f dépend sous le signe $\int$, et en appelant ε un coefficient arbitraire infiniment petit, il viendra, vu la valeur de p,

$$(5)\qquad \varphi=\frac{\varepsilon}{(\sqrt{t})^m}\psi\left(\frac{v^2}{4t}\right),\quad \varphi=\frac{\varepsilon}{t}\left(\frac{v^2}{4t}\right)^{1-\frac{m}{2}}\psi\left(\frac{v^2}{4t}\right),$$

solutions particulières qui se réduisent à une seule dans le cas de $m=2$.

» Quand l'expression $\int_0^\infty \psi(u^2)u^{m-1}\,du$ est finie et déterminée, la pre-

mière solution (5) jouit d'une propriété importante, qui permet d'en faire l'élément de l'intégrale générale pour le cas où t joue le rôle de variable principale. Appelons $d\varpi = dx\,dy\ldots$ l'élément de l'espace dont les coordonnées sont $x, y, \ldots$, et évaluons la somme $\int\varphi\,d\varpi$ pour l'espace compris de $\iota = 0$ à $\iota = \iota$, qu'on pourra découper, à partir de l'origine, en régions concentriques équidistantes d'épaisseur $d\iota$, proportionnelles à $\iota^{m-1}\,d\iota$. Si nous appelons ρ le rapport de ι à $2\sqrt{t}$, cette somme sera, d'après la première (5), en raison directe de $\varepsilon\int_0^\rho \psi(u^2)\,u^{m-1}\,du$, et elle tendra, pour ι ou ρ infinis, vers une certaine limite $k\varepsilon$. D'ailleurs, pour chaque valeur de ρ ou de $\int\varphi\,d\varpi$, ι sera proportionnel à $\sqrt{t}$ et nul si $t = 0$. Donc la première (5) convient aux cas où la somme $\int\varphi\,d\varpi$, étendue à tout l'espace, est constante, et où φ peut être censé s'annuler initialement, excepté à l'intérieur de l'élément particulier d'étendue, que j'appellerai $d\varpi_1$, à partir duquel se comptent les distances ι. Prenons successivement, pour cet élément $d\varpi_1$, tous ceux d'une région finie quelconque ϖ_1, dont $x_1, y_1, \ldots$ désigneront les coordonnées, et, $F(x_1, y_1, \ldots)$ étant une fonction arbitraire, choisissons les ε de manière que $k\varepsilon = F(x_1, y_1, \ldots)\,d\varpi_1$. L'intégrale plus générale, somme de toutes les solutions particulières ainsi formées, sera évidemment telle, que l'expression $\int\varphi\,d\varpi$, évaluée pour un petit espace ϖ quelconque, deviendra $\int F\,d\varpi = \varpi F$ à la limite $t = 0$, de sorte que $F(x, y, \ldots)$ y désignera les valeurs *initiales* de φ. Et comme à chacune des n formes de ψ il pourra correspondre une intégrale pareille, leur superposition constituera la solution générale, avec les n fonctions arbitraires $F(x, y, \ldots)$ qu'elle comporte. C'est ce qui a lieu, soit quand il s'agit du mouvement de la chaleur dans un milieu athermane indéfini, cas où $n = 1$ et $\psi(\gamma) = e^{-\gamma}$, soit quand il s'agit du mouvement transversal d'une barre indéfinie, cas où $n = 2$, $m = 1$ et où les deux formes de $\psi(\gamma)$ sont $\cos\gamma$ et $\sin\gamma$.

» Quant à la deuxième (5), ce n'est pas $\int\varphi\,d\varpi$, mais $\int_0^\infty \varphi\,dt$, qu'elle rend constante, pourvu toutefois que $\int_0^\infty \psi(u^2)\,u^{1-m}\,du$ soit finie et déterminée; et c'est pour $\iota = 0$, non pour $t = 0$, qu'elle peut être censée alors annuler φ, excepté à l'instant $t = 0$. Mais cette solution ne paraît pouvoir conduire, par voie de superposition, à aucune autre, intéressante, que celle, (4), dont on l'a déduite. Celle-ci, (4), qui, vu son double signe $\mp$, comporte $2n$ formes différentes, est appropriée à certains des cas où ι a le rôle de variable principale. Il en est de même, pour d'autres de ces cas, de la première (4), qui rend l'expression $\iota^{m-1}\,\frac{d\varphi}{d\iota}$ égale au produit de $\int_0^\infty f\left(t \mp \frac{\iota^2}{2}\xi^{-\frac{2}{m}}\right)\psi'\left(\frac{1}{2}\xi^{\frac{2}{m}}\right)d\xi$

par 1 ou par $\sqrt{\left(\frac{2}{m}-1\right)^2}$ (suivant que $m=2$ ou diffère de 2) et, par suite, simplement proportionnelle à $f(t)$ quand $\iota = 0$. A cause de cette circonstance, la première (4) donne immédiatement la solution de certains problèmes, par exemple, de celui où l'on demande les températures variables produites, dans un milieu à m dimensions, autour d'un point chauffé d'où émane à chaque instant un flux total de chaleur donné en fonction du temps.

» En résumé, les intégrales de la forme (4), grâce à la propriété qu'elles ont de transmettre cette forme simple à leurs Δ_2, expriment les solutions naturelles d'une foule de questions concernant l'état variable de corps à dimensions indéfinies, sans qu'on ait à passer par la formule de Fourier qui, outre qu'elle serait inapplicable à plusieurs, exige toujours des réductions plus ou moins difficiles d'intégrales multiples pour conduire à ces solutions naturelles. »

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Sur la solution pratique du problème du transport de la force à de grandes distances.* Note de M. **Maurice Levy.**

« Je me propose, dans cette Communication, d'examiner la question suivante : Est-il possible de transmettre à n'importe quelle distance une quantité quelconque d'énergie, en obtenant un rendement donné d'avance aussi voisin de l'unité qu'on voudra, et cela en s'imposant la double condition : 1° de ne pas dépasser une force électromotrice donnée, condition sans laquelle il n'y a pas d'isolement; 2° de n'utiliser que les machines fabriquées couramment dans l'industrie (par exemple, les machines Gramme ou Siemens, même les plus petits types)?

» Les considérations développées dans ma Communication du 7 novembre 1881 prouvent que le problème est insoluble avec un circuit unifilaire; mais je dis qu'il peut être résolu moyennant les dispositions suivantes : employons n machines génératrices du type donné, que nous réunirons en quantité, c'est-à-dire que nous placerons sur n dérivations aboutissant toutes en deux points pris arbitrairement sur le circuit principal.

» Soit E la force électromotrice maxima que chacune de ces machines peut produire, moyennant une vitesse non exagérée des anneaux, et l'isolement des fils enroulés sur la machine étant bien assuré; soit ρ la résistance qu'il faut donner à ces fils pour réaliser la force électromotrice E qu'on ne veut pas dépasser.

» Employons, de même, n' machines réceptrices du type arbitraire

qu'on a à sa disposition, et plaçons-les sur n' dérivations aboutissant toutes en deux points quelconques du circuit principal. Soient ρ' la résistance de l'une de ces machines; E' la force électromotrice inconnue qui s'y développera.

» Soient enfin $\mathcal{E}_u$ le travail utile qu'on veut transmettre par seconde, R la résistance du circuit principal, et I l'intensité du courant qui traversera ce circuit.

» Le courant qui traversera l'une des machines génératrices aura une intensité $\frac{I}{n}$; le travail à dépenser par seconde, pour le fonctionnement de cette machine, sera $E\frac{I}{n}$, et le travail $\mathcal{E}_m$ à dépenser pour le fonctionnement des n machines génératrices sera

$$\mathcal{E}_m = n \times E\frac{I}{n} = EI. \tag{1}$$

» On verra de même que le travail utile fourni par les n' machines réceptrices sera

$$\mathcal{E}_u = n' \times E'\frac{I}{n'} = E'I. \tag{2}$$

» D'ailleurs, la loi de Ohm appliquée au circuit unifilaire formé par l'une des machines génératrices, l'une des machines réceptrices et le circuit principal donnera la relation

$$E - E' = \rho\frac{I}{n} + \rho'\frac{I}{n'} + RI = S'I, \tag{3}$$

en posant, pour abréger,

$$S' = \frac{\rho}{n} + \frac{\rho'}{n'} + R. \tag{4}$$

» Des équations (1), (2), (3) on tire pour le rendement

$$\frac{\mathcal{E}_u}{\mathcal{E}_m} = 1 - \frac{S'\mathcal{E}_m}{E^2},$$

d'où résulte qu'on aura, quelle que soit la distance du transport, quelle que soit la quantité d'énergie $\mathcal{E}_u$ à transmettre, et quelque faible que soit la force électromotrice E qu'on ne veut pas dépasser, un rendement aussi grand que l'on voudra, pourvu qu'on puisse rendre S' très petit. Or, des trois termes qui composent l'expression (4) de S', le dernier R, c'est-à-dire

la résistance du circuit extérieur, peut être rendu très petit, même pour de grandes distances, en prenant du fil très gros. C'est une question de dépense d'installation. Mais il est naturel, si l'on veut, par exemple, transmettre 50 chevaux à 100^{km}, en exigeant un rendement, je suppose, de 80 pour 100, qu'un tel résultat se paye par une première mise de fonds. La question à résoudre est celle de savoir si, en consentant à faire cette mise de fonds, on peut ou non obtenir le résultat désiré; ainsi le terme R peut être rendu très petit; il en est de même des deux autres termes, quoique les machines et, par suite, leurs résistances ρ et ρ' soient données; il suffit d'employer un assez grand nombre de machines.

» Il résulte de là qu'on peut réaliser dans des conditions aussi avantageuses qu'on le veut, au point de vue du rendement, les transmissions les plus importantes, comme les plus petites, à l'aide d'un ou de deux types de machines, toujours les mêmes, par conséquent faciles à se procurer, faciles à remplacer. Si l'une d'elles est hors de service, les autres pourront y suppléer, si on élève temporairement la force électromotrice à laquelle on les fait travailler. Si l'on dispose d'un excès de force permettant de faire un sacrifice sur le rendement, on aura besoin d'un nombre relativement moindre de machines, et l'on pourra adopter du fil plus fin pour le circuit extérieur; c'est l'inverse si l'on se trouve dans la nécessité de ménager la force.

» Cette solution est donc extrêmement élastique; elle se prête à toutes les exigences de la pratique, et est ainsi supérieure à toute solution qui serait fondée sur l'emploi de machines de dimensions exagérées.

» Je l'ai exposée de vive voix, le 14 février, à la Société d'encouragement de l'industrie nationale.

» Mais il est essentiel de faire observer qu'on a négligé ici l'influence des extra-courants, influence étudiée d'abord par MM. Jamin et Roger et, depuis, dans un remarquable travail de M. Joubert. Ces courants, même si l'on adopte du gros fil pour le circuit extérieur, peuvent augmenter la résistance R dans une proportion considérable.

» Je me réserve de revenir sur ce point important. Mais il n'en restera pas moins vrai que le dispositif indiqué ci-dessus paraît devoir constituer la meilleure solution pratique du problème du transport de la force à grande distance. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement relatif de la Terre et de l'éther.* Note de M. A. MICHELSON, présentée par M. Cornu.

« La théorie des ondulations exige l'existence d'un milieu qu'on appelle l'*éther*, dont les vibrations sont la cause de tous les phénomènes d'optique, et qui remplit tout l'espace. Selon la théorie de Fresnel et d'après les belles expériences de M. Fizeau, l'éther, dans l'intérieur des milieux pondérables, est entraîné avec une vitesse qui varie avec la nature du corps. En particulier, pour l'atmosphère, ce mouvement est très petit; dans la discussion qui suit, il sera considéré comme négligeable.

» Supposons donc que l'éther soit stationnaire: le mouvement de la Terre aura pour effet d'augmenter ou de diminuer le temps que met la lumière à parcourir la distance entre deux points sur sa surface. Supposons que la direction de la ligne qui joint ces deux points soit parallèle à la direction du mouvement de la Terre.

» Soient V la vitesse de la lumière; v la vitesse de la Terre relative à l'éther; T, T_1 et T_0 les temps nécessaires pour franchir la distance dans le sens positif, dans le sens négatif, et dans le cas où la Terre serait stationnaire.

» On a très approximativement

$$T - T_1 = 2T_0\frac{v}{V}, \tag{1}$$

d'où l'on peut tirer la valeur de v. Clerk Maxwell a indiqué que, en mesurant la vitesse de la lumière par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter dans des positions différentes de cette planète, on peut trouver $T - T_1$. Seulement, il faut un degré d'exactitude bien supérieur à celui qu'on a atteint jusqu'ici dans ces observations.

» La mesure de cette quantité, dit Maxwell, est impossible sur la surface de la Terre, parce que, dans les mesures de la vitesse de la lumière, il faut toujours renvoyer le rayon lumineux à sa source, ce qui annule *presque* entièrement la quantité qu'on cherche à mesurer.

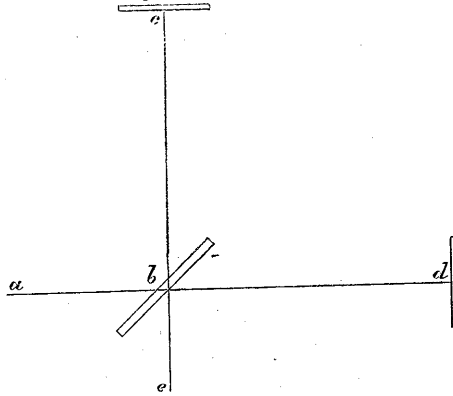
» Cette quantité se trouve réduite à l'ordre de $\left(\frac{v}{V}\right)^2$ ou environ $\frac{1}{100\,000\,000}$, et on la croyait impossible à mesurer.

» Mais si l'on se sert, comme base, de la longueur d'une onde lumineuse, la quantité, *si elle existe,* doit être facilement mesurable. En effet, considérons deux faisceaux de lumière qui ont parcouru des chemins, l'un dans la direction du mouvement de la Terre, et l'autre perpendiculairement à cette direction. Supposons, par exemple, que le faisceau *ab* (*fig.* 1) soit séparé

en deux autres, *bc* et *bd*, par une glace parallèle *b* inclinée à 45°, et que ceux-ci soient renvoyés par les miroirs *c* et *d* dans la direction *be*. Si les deux chemins *bc*, *bd* sont égaux, on aura, par l'interférence des deux faisceaux, des franges colorées.

» Maintenant si, par une cause quelconque, la distance absolue traversée par l'un des rayons devient plus grande que l'autre distance, les franges seront déplacées. Si l'on suppose *bd* parallèle à la direction du mouvement

Fig. 1.



de la Terre, le rayon *bc* ne serait pas réfléchi suivant la direction *bc* perpendiculaire à *bd*, mais la nouvelle direction fera avec *bd* un petit angle θ, dont la tangente est $\frac{v}{V}$.

» Posons $bc = bd = D$ et $\frac{v}{V} = r$; on trouve, en négligeant les termes de l'ordre de r^3, la distance parcourue par le rayon *bc* égale à $2D\left(1 + \frac{r^2}{2}\right)$, et la distance parcourue par *bd* est $2D(1 + r^2)$. La différence est $\Delta = Dr^2$.

» Si maintenant on ne considère que le mouvement de la Terre dans l'écliptique, on a approximativement $r = \frac{1}{10000}$ et $r^2 = \frac{1}{100000000}$. Si $D = 1200^{mm}$ ou 2 000 000 de longueurs d'onde de lumière jaune, on a

$$\Delta = 0,02 \text{ de la distance de deux franges.}$$

» Si l'on tourne l'appareil de façon à intervertir la direction des deux rayons, le déplacement sera sur l'autre côté et le déplacement total sera 0,4, quantité facile à mesurer.

» Par un artifice que je n'indiquerai pas ici, on peut encore doubler la quantité à mesurer.

» Pour réaliser l'interférence de deux faisceaux qui ont parcouru des chemins à angle droit, l'appareil a été construit exactement comme l'indique la *fig.* 1, sauf qu'on ajoute une glace pareille à b, et placée sur le trajet de l'un des faisceaux, pour compenser l'effet de la glace b. L'appareil, avec une lampe placée en a et une lunette en e, tourne très facilement autour d'un axe vertical. Pour le réglage et la méthode suivie dans les expériences, je renvoie au Mémoire détaillé (¹).

» L'appareil étant installé et les époques d'observation convenablement choisies, pour avoir l'effet maximum en tenant compte du mouvement estimé du Soleil vers la constellation d'Hercule, j'ai fait quatre séries d'observations, lesquelles m'ont donné des déplacements dont les moyennes sont, pour la direction choisie, 0,004; pour une direction différant de $-45°$ de la première, $-$ 0,015; tandis que le déplacement attendu était $+$ 0,050.

» Ces nombres sont purement des erreurs d'expérience. Les résultats, cependant, sont beaucoup plus frappants lorsqu'on construit la courbe actuelle, qui donne les observations, et aussi la courbe théorique. On voit facilement que la courbe actuelle coïncide sensiblement avec une ligne droite.

» L'interprétation de ce résultat négatif, c'est qu'il n'y avait aucun déplacement des franges, et l'hypothèse d'un éther stationnaire, qui nous a conduit au résultat contraire, serait donc fausse.

» Cette conclusion contrarie donc directement l'explication du phénomène de l'aberration, généralement acceptée jusqu'à présent, qui suppose que l'éther, dans le voisinage de la surface de la Terre, n'est pas sensiblement entraîné dans son mouvement.

» Parmi les phénomènes d'interférence qu'on obtient avec l'appareil précédent, il me paraît intéressant de signaler les suivants :

» 1. Le plan où paraissent les franges varie avec l'angle d'incidence, avec la position relative des deux miroirs et avec leur inclinaison. Lorsque bc, bd (*fig.* 1) est petit, ce plan coïncide avec la surface des miroirs. Lorsque l'inclinaison est nulle, la distance est infinie.

» 2. Les franges sont en général des courbes, et peuvent prendre la forme d'une hyperbole, d'une parabole, d'une ellipse, d'un cercle ou d'une droite, selon la position et l'inclinaison des miroirs et la position de l'observateur.

(¹) *American Journal of Science*, n° 128, vol. XXII. Dans ce Mémoire, j'ai oublié l'effet du mouvement sur le rayon bc. La correction m'a été signalée par M. Potier.

» 3. La frange centrale, dans la lumière blanche, est noire, car l'un des faisceaux a subi une réflexion externe, l'autre une réflexion interne par la glace *b*. Mais cela n'est plus vrai lorsque la seconde glace n'est pas de même épaisseur et parallèle à la première. Alors le phénomène d'achromatisme qu'a étudié M. Cornu intervient.

» 4. Si l'on interpose, dans le trajet de l'un des faisceaux, une lame de verre augmentant en même temps la distance de l'autre miroir, et réglant soigneusement le parallélisme des images des deux miroirs, on trouve un grand nombre de franges circulaires, blanches et noires. Dans des conditions favorables, on en peut compter de cinquante à cent. La différence de marche des rayons de lumière blanche qui donnent encore ces franges peut dépasser mille longueurs d'onde.

» Tous ces phénomènes se trouvent expliqués théoriquement par des formules que je compte donner prochainement. »

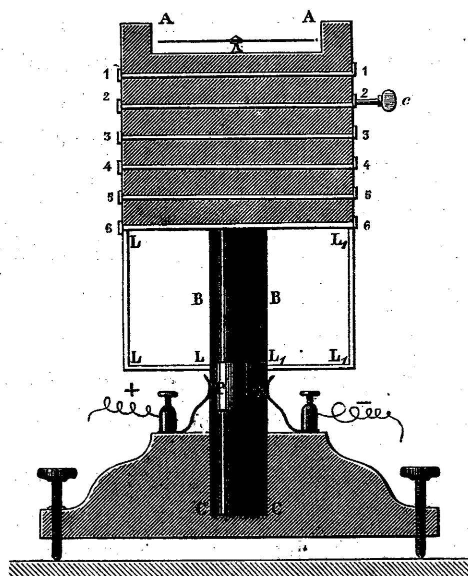
ÉLECTRICITÉ. — *Boussole sans résistance, destinée à la mesure des courants intenses.* Note de MM. **Terquem** et **Damien**, présentée par M. Faye.

« Cet appareil se compose essentiellement : 1° d'une boussole d'arpenteur au-dessous de laquelle on a fixé une première bande de cuivre de $0^m,01$ de largeur environ, où circulera le courant, disposition souvent adoptée, du reste, pour indiquer le passage d'un courant ; 2° d'une sorte de prisme, formé par la réunion de lames de bois rectangulaires de mêmes dimensions que la boussole, ayant chacune la même épaisseur ; au-dessous de chaque lame est incrustée une bande de cuivre parallèle à la première ; quatre tringles munies de boulons rendent la boussole et les lames complètement solidaires.

» Au centre de la base de ce prisme rectangulaire, est fixée une tige cylindrique de bois qui pénètre dans un pied fixe et permet de faire tourner la boussole autour de son centre. Des ressorts placés sur le pied, en relation avec les conducteurs dans lesquels circule le courant, appuient sur deux lames demi-cylindriques fixées sur la tige centrale, et séparées l'une de l'autre par un petit intervalle ; de ces lames cylindriques partent des conducteurs verticaux qui se rendent aux lames horizontales superposées dans l'épaisseur du prisme ; le déplacement d'une seule cheville permet de faire passer le courant dans l'une ou l'autre bande. Cet appareil peut également servir comme boussole des tangentes et comme boussole des sinus.

» Si l'on veut employer les sinus, après avoir fait tourner tout l'appareil

pour ramener l'aiguille au zéro, on interrompt le courant; la déviation de l'aiguille donne la rotation de l'appareil, et le sinus de cet angle l'intensité. Avec les boussoles des sinus habituellement employées, on ne peut pas toujours, quand le courant est trop intense, ramener l'aiguille au zéro; avec cet appareil, on peut y arriver en prenant une bande suffisamment éloi-



1, 2, 3, 4, 5, 6, bandes de cuivre pour le passage des courants. Ces lames sont soudées à une bande verticale d'un côté; de l'autre, une cheville *c*, pressant sur un ressort, permet de faire passer le courant par une bande quelconque.

LLL, $L_1L_1L_1$, bandes verticales amenant le courant dans les bandes horizontales; elles sont continuées par deux bandes verticales placées sur les côtés du prisme AABB, de telle sorte que leurs actions se détruisent sur l'aiguille.

BBCC, tige cylindrique supportant l'appareil. P, P_1, plaques de cuivre pour la transmission du courant aux bandes, pendant la rotation de l'appareil. Entre P et P_1 on peut placer une cheville pour fermer le courant, quand on l'ouvre dans la partie supérieure, afin de déterminer les sinus de la rotation.

gnée de l'aiguille. Grâce à cette disposition, on peut, en outre, facilement graduer l'appareil employé comme boussole des tangentes.

» 1° En faisant passer un même courant successivement dans deux ou plusieurs bandes, on peut déterminer les coefficients par lesquels on doit multiplier les sinus de la rotation pour rendre comparables les intensités calculées à l'aide des sinus;

» 2° Cela fait, pour chaque bande, soit par une formule d'interpolation,

soit par une construction graphique, on peut chercher les intensités correspondant aux déviations de l'aiguille, l'appareil fonctionnant comme boussole des tangentes.

» On peut en outre, pour des courants d'intensité très différente, obtenir des déviations toujours assez faibles, c'est-à-dire dans les conditions où la boussole des tangentes a sa plus grande sensibilité. Une seule détermination faite avec un courant produisant en même temps une action électrochimique permet de graduer l'appareil en ampères.

» Nous n'avons pas encore terminé la graduation complète de l'appareil, n'ayant pas dépassé l'intensité maxima du courant donné par une machine électromagnétique Siemens-Alteneck, et celle de vingt grands éléments Bunsen réunis en surface. Nous avons déjà constaté, toutefois, qu'avec l'aiguille primitive de la boussole, en prenant les déviations pour abscisses et les intensités comme ordonnées, la courbe obtenue se confond sensiblement avec une ligne droite jusqu'à 10° pour la première bande, et que la partie rectiligne est d'autant plus étendue que la bande est plus éloignée. En outre, avec la première bande, pour un même courant, les grandes déviations sont plus faibles qu'avec la deuxième.

» Les avantages que nous paraît présenter cet appareil sont : 1° la simplicité de sa construction ; 2° la possibilité de changer le circuit, de manière à obtenir des déviations comparables avec des courants d'intensités très différentes ; 3° la facilité des lectures et de la mise à zéro, à cause de l'absence de tout circuit au-dessus de l'aiguille ; 4° la graduation en valeur absolue peut se faire par l'appareil lui-même, sans l'emploi de rhéostats ni de shunts, même pour les plus grandes déviations. Les coefficients par lesquels on doit multiplier les sinus des rotations pour avoir les intensités absolues sont les suivants :

Numéro de la bande.	Coefficients en ampères.
1	1,502
2	3,129
3	5,216
4	7,568
5	10,860
6	15,041

La distance de chaque bande à la suivante est de $9^{mm},5$.

» En plaçant deux bandes en croix au-dessous de la boussole, on pourrait la transformer en appareil différentiel. En l'employant comme bous-

sole des tangentes, on peut donc mesurer des courants dont l'intensité varie de $\frac{1}{10}$ d'ampère à 20 ampères, c'est-à-dire de 1 à 200.

» En admettant que chaque bande agit comme un courant indéfini, ce qui est sensiblement vrai, si l'on se sert d'une très petite aiguille, la théorie donne pour l'appareil employé comme boussole des sinus :

» 1° Pour une bande infiniment mince, située à une distance a de l'aiguille,

$$I = \frac{aT}{2} \sin \rho$$

(T est l'intensité horizontale du magnétisme terrestre).

» 2° Pour une bande ayant une largeur de $2l$ et une épaisseur négligeable,

$$I = \frac{lT}{2 \operatorname{arc tang} \frac{l}{a}} \sin \rho.$$

» En tenant compte de la largeur et de l'épaisseur, et admettant a suffisamment grand par rapport à la largeur $2l$ et l'épaisseur e, on a la formule approximative

$$I = \frac{aT}{2}\left(1 + \frac{e}{2a} + \frac{l^2}{3a^2}\right) \sin \rho.$$

» 4° L'appareil étant employé comme boussole des tangentes, et réduisant l'aiguille à ses deux pôles, le courant passant par une bande infiniment mince, on a

$$I = \frac{aT}{2}\left(1 + \frac{r^2}{a^2} \sin^2 \delta\right) \operatorname{tang} \delta,$$

r étant la distance des pôles au centre de l'aiguille.

» 5° En tenant compte de la largeur et de l'épaisseur de la bande, on arrive à la formule

$$I = \frac{aT}{2}\left(1 + \frac{e}{2a} + \frac{l^2}{3a^2} + \frac{r^2}{a^2} \sin^2 \delta\right) \operatorname{tang} \delta.$$

» La simplicité et la rigueur de ces formules, surtout dans le cas de la boussole des sinus, nous permettent de penser que, avec un appareil mieux construit que celui dont nous nous sommes servis, on pourrait déterminer rapidement et avec une certaine exactitude *l'intensité horizontale du magnétisme terrestre.* »

PHYSIQUE. — *Expériences hydrodynamiques; imitation, par les courants liquides, des phénomènes d'électromagnétisme et d'induction.* Note de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« Dans une précédente Communication (séance du 13 février), j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie plusieurs expériences hydrodynamiques, dont l'une, qui montre un tube vibrant sous l'influence d'un courant liquide, est l'imitation d'un électro-aimant soumis à l'action d'un courant électrique intermittent. Je vais continuer aujourd'hui à résumer la suite de mes expériences.

» *Hydro-électro-aimant à courant continu.* — Revenons au phénomène simple d'attraction de la plaque libre avec le tube fixe. C'est l'image d'un aimant permanent, ou plutôt d'un électro-aimant qui reste actif pendant toute la durée du courant. On peut produire, par ce moyen, un hydro-électro-aimant à deux pôles, soit de même nom, soit de noms contraires, en faisant arriver deux courants distincts (ou un même courant branché) dans deux tubes, situés sur le prolongement l'un de l'autre, et dont les extrémités sont munies, l'une d'un ajutage à bords épais, l'autre d'un ajutage à bords minces; il y aura d'un côté *attraction* et de l'autre *répulsion*, à très petite distance de l'obstacle fixe. Ces effets croissent rapidement à mesure que la distance diminue, comme cela a lieu avec les électro-aimants à courants électriques continus.

» Je montre, dans mon Mémoire, que l'analogie des deux phénomènes se maintient aussi dans les détails; puis, j'analyse le mouvement vibratoire en examinant les diverses forces qui y concourent, soit avec des ajutages produisant l'attraction, soit avec ceux qui donnent la répulsion, et je tâche de faire la part de chacune d'elles, en isolant les effets superposés.

» Le fait simple qui accompagne tous les autres est celui qui se produit dans le tube au moment de l'*interruption* ou du *passage* du courant liquide, le tube étant muni ou non d'un ajutage, mais ayant son extrémité loin de tout obstacle. On remarquera, comme je l'avais observé depuis longtemps déjà, que, au moment où l'on *ouvre* subitement le robinet qui donne passage au jet liquide, on sent, dans le tube tenu à la main, un mouvement de *recul* très sensible; lorsqu'on *ferme* subitement le robinet, on constate, au contraire, un mouvement qui entraîne le tube *en avant*. Ces deux effets s'expliquent facilement : le premier est analogue à celui du tourniquet hydraulique ou du chariot à réaction; le second est une sorte de

coup de bélier hydraulique, produit par l'arrêt subit de la longue colonne liquide intérieure en mouvement.

» *Hydro-induction.* — Si donc il est permis de comparer le courant liquide à un courant voltaïque inducteur, et l'enveloppe, le tube, au fil induit qui entoure le fil inducteur, les phénomènes qui viennent d'être décrits sont analogues à ceux qu'un courant électrique, alternativement *ouvert* et *fermé*, produit dans le fil induit; de plus, les mouvements hydrodynamiques sont *instantanés* comme les courants induits, c'est-à-dire ne se manifestent qu'au moment même du passage ou de l'interruption du courant. Pendant toute sa durée, il n'y a pas d'effet dynamique, c'est-à-dire que la position du tube reste invariable.

» Mais voici ce qui complète l'analogie : on sait que, au moment où un courant inducteur électrique constant *commence*, il détermine un courant *inverse* dans le fil induit; au moment où le courant inducteur *cesse*, il y a production d'un courant induit *direct*. Il en est de même avec les phénomènes hydrodynamiques que je viens de signaler; car, au moment où le courant liquide *commence*, il y a répulsion du tube, mouvement de recul, c'est-à-dire *inverse* au courant liquide; au moment où le courant est *interrompu*, il y a attraction, mouvement du tube en avant, c'est-à-dire dans le sens *direct* de l'écoulement.

» D'autre part, on sait que, quand un courant électrique *augmente* de force d'une manière continue, il fait naître dans le fil induit un courant *inverse, continu* et *croissant;* quand le courant inducteur *diminue* d'intensité d'une façon continue, il détermine dans le fil induit un courant *direct, continu* et *décroissant*. Il en est de même encore avec le courant liquide; en effet, quand on *ouvre* ou qu'on *ferme* lentement le tube, on fait *croître* ou *décroître* le courant liquide, ce qui produit une *hydro-induction continue*, décroissante ou *croissante*, avec changement de sens de l'effet dynamique. Dans ces mouvements lents d'*avant* et de *recul*, le tube arrive aux mêmes positions finales qu'il aurait prises, par suite de la fermeture ou de l'ouverture brusques du tube.

» Les courants induits, produits par la rotation des aimants permanents devant des bobines d'induction, ou par la rotation des bobines devant des aimants, trouvent aussi leurs analogues dans les phénomènes d'attraction et de répulsion du tube mobile devant un obstacle fixe, ou de la palette mobile devant le tube fixe. On pourrait faire beaucoup d'autres rapprochements.

» L'analogie entre les phénomènes d'*hydro-induction* et ceux d'induction

électrique est donc *directe,* soutenue dans les détails et, par conséquent, complète.

» En résumé, M. Bjerknes, dans ses expériences hydrodynamiques, au moyen de corps *pulsants* ou *vibrants* dans l'eau, imitant les phénomènes de l'électricité statique et du magnétisme, a trouvé partout une analogie *inverse.* Dans mes expériences avec les *courants liquides,* je trouve, au contraire, une analogie *directe* entre les phénomènes hydrodynamiques et ceux de l'électromagnétisme et de l'induction.

» Qu'il me soit permis de faire remarquer, en terminant, que j'ai produit des vibrations sonores plus ou moins élevées, au moyen de courants de gaz sur le mercure (*Comptes rendus,* t. LXXX, 29 mars 1875, p. 802). Dans mes expériences actuelles, je détermine des vibrations plus ou moins graves, au moyen de courants d'eau sur un corps solide; c'est la continuation de la même idée. Les vibrations de la première espèce ont été poussées au delà de la limite supérieure de perceptibilité des sons, tandis que celles de la seconde espèce descendent au-dessous de la limite inférieure des sons proprement dits. »

CHIMIE. — *Sur la saturation de l'acide phosphorique par les bases et sur la neutralité chimique.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Berthelot.

« MM. Berthelot et Louguinine [1], étudiant au calorimètre la combinaison de l'acide phosphorique dissous avec les bases alcalines et alcalino-terreuses et la réaction des acides monobasiques sur les solutions des phosphates alcalins, ont montré que, avec le premier équivalent de base seule, le dégagement de chaleur était comparable à celui que donnent les acides forts monobasiques (acides chlorhydrique, nitrique), et que le deuxième et le troisième équivalents de base étaient éliminés, l'un totalement, l'autre en partie, par la dilution ou l'action des acides. Il résulte de là que l'acide phosphorique n'est pas, à proprement parler, un acide tribasique au même titre que l'acide citrique par exemple, et qu'il conviendrait de le regarder comme un acide monobasique à fonction mixte.

» D'autre part, les mêmes expérimentateurs ont trouvé que, pour saturer $1^{éq}$ d'acide phosphorique dissous par la soude jusqu'à ce que le tournesol virât au bleu, il fallait verser environ $1^{éq},5$ de soude; le virage est incer-

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. VIII, p. 23.

tain d'ailleurs. Pour saturer $1^{éq}$ de PhO^8Na^2H, dont la réaction est alcaline, il faut employer $0^{éq},76$ d'acide chlorhydrique, $0^{éq},78$ d'acide phosphorique. La saturation de l'acide phosphorique par l'ammoniaque exige de $1^{éq},23$ à $1^{éq},45$ de solution alcaline.

» Le second équivalent d'alcali n'est donc pas saturé par l'acide au même titre que le premier.

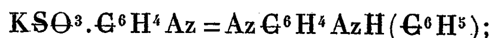
» J'ai repris ces expériences de saturation de l'acide phosphorique par les bases solubles, en substituant au tournesol, pour indiquer la limite de saturation, une substance employée en teinture sous le nom d'*orangé n° 3* (Poirrier), et une autre matière tinctoriale qui paraît avoir la même constitution chimique, l'*hélianthine*. L'orangé n° 3, l'hélianthine, comme la tropéoline oo [1] de O. Witt, sont employés dans quelques laboratoires industriels pour effectuer les titrages alcalimétriques. Ces substances, jaunes en solutions aqueuses étendues, virent au rouge par les acides libres *seuls*, comme l'a montré W. Miller pour la tropéoline [2].

» Les solutions des phosphates ordinaires à 1 seul équivalent de base, de soude, de potasse et d'ammoniaque, qui rougissent fortement le tournesol, sont neutres à l'hélianthine, comme les nitrates correspondants. Le premier équivalent d'alcali se comporte donc, vis-à-vis de l'acide phosphorique ordinaire, comme avec les acides monobasiques proprement dits.

» En versant dans une solution titrée d'acide phosphorique colorée par l'orangé n° 3 ou l'hélianthine (2 gouttes d'une solution à 0,05 pour 100 pour 50^{cc} de liquide) une solution alcaline (soude, potasse, ammoniaque), jusqu'à ce que la coloration rouge disparaisse, je me suis assuré qu'il fallait verser exactement $1^{éq}$ d'alcali pour $1^{éq}$ d'acide. J'ai fait varier la concentration des solutions acides et alcalines, et toujours le virage s'est fait nettement, correspondant à la même limite de saturation.

» J'ai pu titrer ainsi diverses solutions d'acide phosphorique renfermant des poids connus d'acide anhydre. Ainsi, une solution renfermant par litre $11^{gr},84$ de PhO^5 ($1^{éq} = 6^{lit}$ environ) a donné : par la soude (deux solutions différentes), $11^{gr},70 - 11^{gr},83$; par la potasse, $11^{gr},76$; par l'ammoniaque, $11^{gr},80$. Une seconde dissolution, renfermant $18^{gr},09$ PhO^5 ($1^{éq} = 4^{lit}$ en-

(1) La tropéoline oo est, d'après O. Witt, un phénylamidoazophénylsulfite de potassium



$$KSO^3.C^6H^4Az = AzC^6H^4AzH(C^6H^5);$$

l'orangé n° 3 est un diméthylamidoazo.

(2) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XI, p. 460; 1878.

viron), a accusé : par la soude, $17^{gr},98$; par la potasse, $18^{gr},09$; par l'ammoniaque, $18^{gr},2$.

» En versant dans une solution titrée de phosphate PhO^8Na^2H ($1^{éq} = 6^{lit}$ environ) des solutions d'acides sulfurique, chlorhydrique, phosphorique de titres connus jusqu'à saturation, j'ai trouvé que, pour neutraliser 25^{cc} renfermant $0^{gr},302$ d'acide, il fallait ajouter $0^{gr},301$ de PhO^5 ou des quantités équivalentes en HCl et SO^3.

» Dans les essais, la coloration rouge de la liqueur acide diminue graduellement lorsqu'on approche de la limite de saturation et laisse place à une coloration jaune-brun correspondant à la neutralité; avec quelques gouttes d'alcali en plus, la liqueur est jaune. Si le virage avec l'hélianthine ou l'orangé ne présente pas la netteté du virage au tournesol, il a l'avantage de s'appliquer, avec une approximation bien suffisante dans un grand nombre de cas, au dosage de l'acide phosphorique libre par liqueur titrée, et, comme l'acide carbonique est sans action sur la matière colorante, on peut substituer les carbonates aux alcalis, tout en opérant à froid.

» La saturation de l'acide phosphorique peut être effectuée également par l'eau de baryte, mais avec quelques précautions, sur lesquelles je reviendrai.

» Je ferai remarquer, en terminant, tout le parti que l'on peut tirer, au point de vue de l'enseignement, de l'emploi de ces matières colorantes (orangé n° 3, hélianthine). Le sels métalliques (de cuivre et de zinc par exemple), bien débarrassés de toute trace d'acide libre, neutres d'après la convention de Berzélius, sont neutres à ces réactifs colorés. On peut aisément répéter dans les Cours les expériences de doubles décompositions de Wenzel sur la conservation de la neutralité, les expériences de Richter sur la précipitation des métaux les uns par les autres, sans crainte de voir la neutralité théorique en désaccord avec la neutralité aux réactifs colorés. Ces matières colorantes offrent cet avantage que, sels alcalins d'un acide sulfoconjugué, elles présentent une stabilité comparable à celle des acides forts, tandis que le tournesol a l'instabilité des sels des acides faibles. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'acide ferricyanhydrique*. Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

» Je me suis occupé, dans une Note précédente, de la chaleur de formation du ferricyanure de potassium depuis ses éléments, soit en transformant le

ferrocyanure de potassium en ferricyanure par le chlore ou le brome, soit en transformant le ferricyanure de zinc en ferrocyanure de zinc, au moyen de l'iodure de potassium et de l'acide chlorhydrique. Cette Note a pour objet la chaleur de neutralisation de l'acide ferricyanhydrique par la potasse.

» Je n'ai pu réussir à obtenir cet acide à l'état cristallisé et pur par les méthodes indiquées dans les livres. Du reste, ce corps ne paraît pas avoir été obtenu pur : les produits fournis par les diverses méthodes proposées n'ont pas été analysés.

» Gmelin indique l'action de l'acide sulfurique sur le ferricyanure de plomb. Mais la méthode qu'il a suivie pour obtenir le ferricyanure de plomb donne deux composés différents suivant les proportions relatives d'azotate de plomb et de ferricyanure de potassium ; avec des équivalents égaux de ces corps, on obtient un ferricyanure double de plomb et de potassium ; avec plus de trois équivalents d'azotate de plomb pour un de ferricyanure de potassium on obtient une combinaison bien cristallisée de ferricyanure de plomb et d'azotate de plomb ; lorsqu'on emploie des proportions d'azotate de plomb intermédiaires, on obtient par refroidissement un mélange des deux espèces de cristaux. Gmelin n'indique pas la composition du corps qu'il a obtenu. En se bornant d'ailleurs seulement au dosage du plomb, les nombres théoriques trouvés avec le ferricyanure de plomb ou avec cette combinaison sont assez voisins : 59,4 pour le ferricyanure de plomb, et 60,1 pour la combinaison de ferricyanure et d'azotate de plomb.

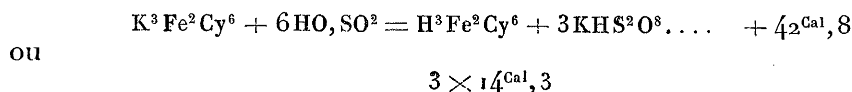
» Lorsqu'on traite par l'acide sulfurique la dissolution de ce dernier composé, on obtient un mélange d'acide azotique et d'acide ferricyanhydrique qui donne, par évaporation, des aiguilles brunes, mais c'est un produit altéré ; il donne avec les sulfures alcalins la réaction des nitroprussiates.

» Pour étudier sa chaleur de neutralisation, j'ai dû avoir recours à des méthodes indirectes.

» 1° *Action de l'acide sulfurique étendu sur le ferricyanure de potassium.* — J'ai employé des quantités croissantes d'acide sulfurique. Voici les nombres trouvés :

			Cal
$K^3Fe^2Cy^6$	$+ SO^3,HO$	dégage...........	+0,668
»	$+ 2SO^3,HO$	»	+0,918
»	$+ 3SO^3,HO$	»	+0,978
»	$+ 6SO^3,HO$	»	+0,994
»	$+ 12SO^3,HO$	»	+1,063
»	$+ 15SO,HO$	»	+1,370

» Ces nombres montrent qu'il se forme un équilibre complexe entre le bisulfate de potasse, le ferricyanure de potassium et l'acide ferricyanhydrique; nous prendrons pour moyenne $+ 1^{Cal},0$. On en conclut, en admettant la réaction :

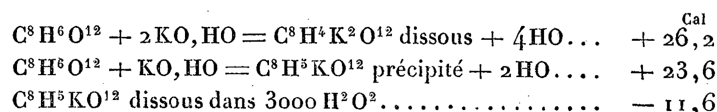


$$K^3Fe^2Cy^6 + 6HO,SO^2 = H^3Fe^2Cy^6 + 3KHS^2O^8 \ldots\ldots + 42^{Cal},8$$

ou

$$3 \times 14^{Cal},3$$

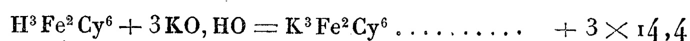
» 2° *Action de l'acide tartrique.* — J'ai dû d'abord déterminer la chaleur de formation du tartrate neutre et du tartrate acide de potasse, ainsi que la chaleur de dissolution du tartrate acide de potasse. J'ai trouvé pour ces quantités :



	Cal
$C^8H^6O^{12} + 2KO,HO = C^8H^4K^2O^{12}$ dissous $+ 4HO$...	$+ 26,2$
$C^8H^6O^{12} + KO,HO = C^8H^5KO^{12}$ précipité $+ 2HO$....	$+ 23,6$
$C^8H^5KO^{12}$ dissous dans $3000\,H^2O^2$..................	$- 11,6$

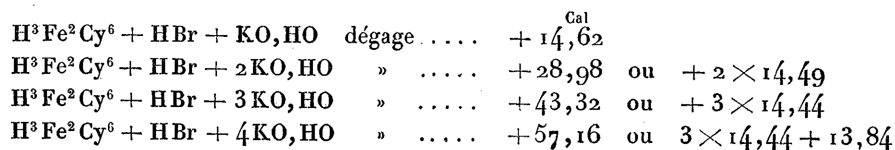
» Ces diverses déterminations ont été effectuées vers 12°.

» J'ai opéré en prenant $3^{éq}$ d'acide tartrique et $1^{éq}$ de ferricyanure de potassium, de façon à précipiter toute la potasse à l'état de crème de tartre. La réaction dure longtemps : lorsqu'on a cessé d'observer le thermomètre, on a filtré immédiatement la liqueur pour recueillir la crème de tartre précipitée. Il y en avait $8^{gr},03$ au lieu de $25^{gr},04$, quantité théorique si tout le potassium avait été précipité (en tenant compte de la solubilité du tartrate acide de potasse). En tenant compte seulement de la réaction véritablement effectuée et en admettant que les $3^{éq}$ de potasse dégagent chacun la même quantité de chaleur, ce que j'ai vérifié par une méthode décrite plus loin, on a



$$H^3Fe^2Cy^6 + 3KO,HO = K^3Fe^2Cy^6 \ldots\ldots\ldots + 3 \times 14,4$$

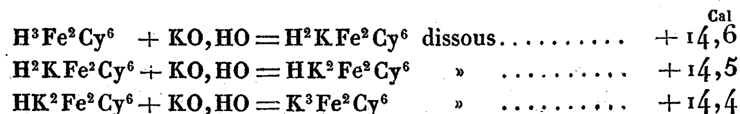
» 3° J'ai préparé de l'acide ferricyanhydrique en dissolution, mélangé avec de l'acide bromhydrique, en traitant par le brome une dissolution d'acide ferrocyanhydrique. J'ai opéré avec des proportions croissantes de potasse, et j'ai trouvé les nombres suivants :



		Cal		
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + KO,HO$	dégage....	$+ 14,62$		
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + 2KO,HO$	»	$+ 28,98$	ou	$+ 2 \times 14,49$
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + 3KO,HO$	»	$+ 43,32$	ou	$+ 3 \times 14,44$
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + 4KO,HO$	»	$+ 57,16$	ou	$3 \times 14,44 + 13,84$

» La différence entre les deux derniers nombres est, dans les limites

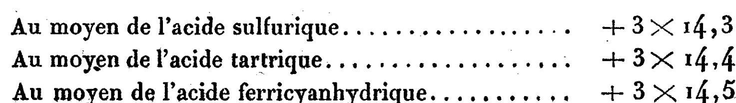
d'erreur, la chaleur de neutralisation de l'acide bromhydrique, $13^{Cal},8$ au lieu de $13^{Cal},7$. Du reste, une expérience de contrôle, faite avec l'acide chlorhydrique, dont la chaleur de neutralisation est la même que celle de l'acide bromhydrique, a montré qu'en mélangeant une dissolution de ferricyanure de potassium et d'acide chlorhydrique il ne se produisait aucun phénomène thermique. On a donc



	Cal
$H^3Fe^2Cy^6 + KO,HO = H^2KFe^2Cy^6$ dissous..........	$+14,6$
$H^2KFe^2Cy^6 + KO,HO = HK^2Fe^2Cy^6$ »	$+14,5$
$HK^2Fe^2Cy^6 + KO,HO = K^3Fe^2Cy^6$ »	$+14,4$

» Ces nombres sont très peu différents, ce qui montre que l'acide ferricyanhydrique est un véritable acide tribasique, les $3^{éq}$ de base jouant le même rôle dans la saturation.

» En résumé, voici les nombres obtenus :



Au moyen de l'acide sulfurique..................	$+3\times14,3$
Au moyen de l'acide tartrique...................	$+3\times14,4$
Au moyen de l'acide ferricyanhydrique...........	$+3\times14,5$

Nous adopterons ce dernier nombre. On peut, avec cette donnée et les nombres déjà connus, avoir la chaleur de formation de l'acide ferricyanhydrique dissous, à partir des éléments. On trouve



$$H^3 + Fe^2 + Cy^6 = H^3Fe^2Cy^6 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +\ 93^{Cal},6.$$

» Dans une prochaine Note, je m'occuperai de la chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique et de la chaleur de formation de quelques ferrocyanures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iode sur la naphtaline à haute température.* Note de MM. A. Bleunard et G. Vrau.

« M. Schützenberger, en faisant réagir l'iode à 250° sur le toluène ([1]), a obtenu une série d'hydrocarbures moins hydrogénés que le toluène initial. L'iode agit donc ici comme déshydrogénant. Nous avons voulu reconnaître si cette action de l'iode est générale et s'applique à d'autres hydrocarbures de la série aromatique. A cet effet, nous avons opéré sur la naphtaline, nous réservant d'étendre ces recherches à d'autres hydrocarbures de la même série.

(1) P. Schützenberger, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1767.

Un mélange, formé de 30 parties d'iode et de 70 parties de naphtaline, a été chauffé en vase clos à la température de 250°. La réaction est complète au bout de douze heures de chauffe, c'est-à-dire qu'il n'y a plus production de nouvelles quantités d'acide iodhydrique quand on prolonge l'opération au delà de ce terme. Après ce traitement, les tubes contiennent une matière noire, que l'on peut facilement recueillir en les lavant avec une solution concentrée de potasse. Le tout est chauffé à l'ébullition, pour enlever l'excès d'iode; on filtre et on lave le résidu noir à l'eau chaude, pour se débarrasser de toute trace de potasse.

La poudre noire ainsi obtenue contient de fortes proportions d'iode combiné. Chauffée dans un tube, elle dégage en effet des vapeurs violettes et de l'acide iodhydrique. Nous l'avons successivement soumise à l'action des dissolvants suivants : alcool concentré, benzine et sulfure de carbone. Disons de suite que l'alcool et le sulfure de carbone, malgré l'intensité de la coloration qu'ils prennent, n'ont fourni, après évaporation, qu'une quantité de matière si peu considérable, qu'il n'a pas été possible d'en faire l'analyse. Mais la benzine dissout une plus grande quantité de matière. On obtient un liquide fortement dichroïque, rouge par transmission, verdâtre par réflexion. Le liquide épais, abandonné par la benzine après évaporation, est traité par l'éther, qui le dissout en totalité si l'on emploie un très grand excès de dissolvant. Mais on reconnaît que l'éther enlève d'abord une matière beaucoup plus soluble, et qu'il reste une poudre rougeâtre fort peu soluble dans ce véhicule. Ainsi, l'éther permet de séparer la masse primitive en deux portions : l'une, très soluble, qui, après évaporation de l'éther, se présente sous la forme d'un liquide épais, rouge, devenant plus fluide à mesure que la température s'élève; l'autre, beaucoup moins soluble, qui affecte la forme d'une poudre rougeâtre.

Ces deux corps ne contiennent pas d'iode, mais, ce qui est remarquable, une proportion assez notable d'oxygène. Leurs analyses donnent en effet les nombres suivants, calculés en centièmes :

1° Pour le liquide,

C....................	81,0
H....................	6,9
O....................	12,1

2° Pour la poudre,

C....................	88,4
H....................	5,7
O....................	5,9

Il est évident que ces analyses ont porté sur des mélanges des deux

corps, car leur mode de séparation ne permet pas de les isoler complètement. Nous nous bornerons aujourd'hui à signaler le fait intéressant de la présence de l'oxygène dans ces deux substances.

» Après ce traitement de la poudre noire par l'alcool, la benzine et le sulfure de carbone, il reste une nouvelle poudre noire dont nous n'avons pu rien extraire par de nouveaux dissolvants. Nous l'avons donc soumise telle quelle à l'analyse.

» Voici les résultats trouvés :

C....................	75,2
H....................	3,8
I.....................	21,4

» Ces nombres conduisent à la formule brute $C^{40}H^{23}I$, ou, en admettant que l'iode remplace un atome d'hydrogène, $C^{40}H^{24}$ ou $4(C^{10}H^{6})$.

» Ce résultat prouve que l'action principale de l'iode sur la naphtaline (ce dernier produit forme plus des $\frac{9}{10}$ de la masse totale) se résume dans le fait suivant : l'iode enlève de l'hydrogène à la naphtaline, pour former de l'acide iodhydrique, et il se produit un nouveau corps $(C^{10}H^{6})^{x}$, qui représente de la naphtaline moins deux atomes d'hydrogène (¹). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les colorations bleue et verte des linges à pansements.* Note de M. C. GESSARD, présentée par M. Pasteur.

« Deux cas de coloration bleue et verte des pansements se produisaient en octobre dernier, dans le service de M. le Dr Chauvel, au Val-de-Grâce. Les linges me furent remis, et j'entrepris de vérifier l'origine parasitaire du phénomène, par la méthode des cultures de M. Pasteur. J'ai pu isoler de la sorte un organisme qui, après un grand nombre d'ensemencements successifs, se montre constant dans sa forme et dans sa réaction physiologique, la production de pigment, pour les différents liquides de culture. Cet organisme est incolore, globuleux, de 1 à 1,5 millième de millimètre; il est aérobie et très mobile. On le cultive bien, entre 35° et 38°, dans l'urine neutralisée, la décoction de carottes. Il se développe également dans la salive, la sueur, les liquides albumineux, sérosité de vésicatoire, d'hydrocèle. La matière colorante bleue sécrétée est la pyocyanine de M. Fordos (²),

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(²) *Comptes rendus*, t. LI, p. 215, et t. LVI, p. 1128.

rougissant par les acides, ramenée au bleu par les alcalis. On l'extrait facilement des liqueurs par agitation avec le chloroforme. Reprenant par l'eau aiguisée d'acide sulfurique ou chlorhydrique, neutralisant la solution acide rouge par la potasse, on obtient, par un nouveau traitement chloroformique, une liqueur d'un bleu pur, qui abandonne par évaporation la pyocyanine cristallisée, tantôt en prismes ou en aiguilles enchevêtrées, tantôt en lames rectangulaires. Sa solution aqueuse est neutre; elle n'est pas altérable par l'ébullition.

» La pyoxanthose, matière jaune, difficilement cristallisable, rougissant par les acides, devenant violette par les alcalis (Fordos), dérive de la pyocyanine par oxydation. Elle se forme lentement sur les cristaux bleus exposés à l'air, plus rapidement en solution chloroformique, surtout sous l'influence de la lumière. On l'obtient en quelques minutes par battage à l'air d'une solution aqueuse de pyocyanine fortement alcalinisée. On voit la couleur bleue pâlir, puis faire place à une coloration violette par réaction de l'alcali sur la pyoxanthose formée. Cette liqueur violette, alcaline, neutralisée par un acide, cède au chloroforme la matière jaune qu'on recueille par évaporation.

» Le courant d'hydrogène sulfuré, l'amalgame de sodium font virer la solution de pyocyanine au vert, puis au jaune. Le microbe exerce la même action en raison de son avidité pour l'oxygène. Ce fait rend compte de l'apparence incolore ou jaunâtre des couches inférieures dans les liquides où vit l'organisme : milieux de culture, eau de lavage des linges colorés. On peut soutirer et rétablir la couleur par simple agitation à l'air. J'expliquerai de même la coloration verdâtre qu'on observe constamment dans les parties profondes des pansements d'ailleurs bleus, au voisinage de la plaie; le pus y peut contribuer aussi, par sa couleur propre et le dégagement d'hydrogène sulfuré qui résulte de son altération. Si l'ammoniaque, dans le traitement des linges à pansement, a paru quelquefois favoriser le développement de pyocyanine, c'est en suspendant l'évolution du microbe et supprimant son action réductrice.

» La pyocyanine se combine avec les acides et forme des sels cristallisés : sulfate et chlorure, en aiguilles rougeâtres. D'après l'ensemble des réactions, M. Fordos était disposé à la considérer comme une base organique. Cette opinion est confirmée par les réactions que j'ai obtenues avec la pyocyanine ou son sulfate : précipités par le chlorure d'or, le chlorure de platine, l'iodure de potassium et de mercure, ces trois combinaisons cristallisées en fines aiguilles; le tannin, l'iodure de potassium, l'acide

phosphomolybdique, le bichlorure de mercure. Ce corps réagit donc comme un alcaloïde, que distinguent sa couleur, son origine microbique, sa production au voisinage des plaies. Comme on pouvait le présumer de sa facile oxydabilité, il réduit le ferricyanure de potassium. Toutefois, l'action n'est pas aussi instantanée qu'avec la morphine. On emploie la solution bien neutre de sulfate; sa teinte rose domine dans le mélange de ferricyanure et de perchlorure de fer, au début de la réaction. Le vert apparaît bientôt, puis le bleu; après quelques minutes, le précipité de bleu de Prusse est nettement formé : c'est la réaction qu'on a donnée pour caractériser les ptomaïnes. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des troubles de l'équilibration chez les jeunes enfants, sourds-muets par otopiésis. De leur disparition lors du retour de l'ouïe.* Note de M. BOUCHERON, présentée par M. Bouley.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, 1880) que la majeure partie des sourds-muets deviennent *sourds par suite d'affections de l'oreille*, et non par suite d'affections cérébrales ou de malformation.

» Le signe distinctif entre ces deux catégories de sourds-muets, c'est la *persistance de l'intelligence* chez les sourds par affection de l'oreille.

» Le mécanisme qui produit la surdité du jeune âge est, selon nous, *une compression des nerfs acoustiques* dont le point de départ est le *vide* effectué dans la caisse du tympan, vide que la pression atmosphérique tend à combler. C'est cette pression de 200^{gr} à 1000^{gr} sur le tympan qui, transmise par les osselets et par les liquides labyrinthiques aux nerfs de l'oreille, en détermine la compression d'abord, et plus tard la dégénérescence et la destruction.

» Il est d'observation ancienne et confirmée que beaucoup de jeunes sourds-muets *marchent tardivement*, et présentent des phénomènes nerveux variés : ainsi, tantôt ils sont sujets à des crises de colère furieuse, tantôt ils poussent des cris stridents, prolongés, sauvages; tantôt ils ont des accès de tristesse, des craintes subites, etc.

» La disparition de ces phénomènes pendant le traitement de la surdité otopiésique nous en a révélé la cause pathogénique la plus commune.

» On sait, par les expériences de Flourens et de ses nombreux imitateurs, que les lésions *irritatives* (Lœwenberg) des canaux semi-circulaires de l'oreille, que les excitations des nerfs des canaux semi-circulaires hors de l'oreille, que la compression par ligature des nerfs de ces canaux, tout ré-

cemment encore que les excitations des racines de ces nerfs dans le bulbe, dans leur trajet pédonculaire, et jusque dans leur terminaison probable dans le cervelet; on sait, disons-nous, que *les excitations variées des nerfs des canaux semi-circulaires,* à un point quelconque de leur trajet, déterminent des troubles bien connus dans l'équilibration, des vertiges, des titubations, des tournoiements, etc. Aussi ces nerfs ont-ils été considérés comme les nerfs de l'*espace* (de Cyon); nous aimerions mieux les appeler les nerfs de l'*équilibre*.

» Si la compression de ces nerfs par une pince, une ligature, en détermine l'excitation et produit les phénomènes susindiqués, la compression dans l'intérieur de l'oreille, transmise par les osselets, lors d'une pression sur le tympan par un corps étranger (Bonnafond, Tillaux, Duplay, etc.), par une explosion gazeuse, etc.; la compression dans l'intérieur de l'oreille, par la pression atmosphérique sans contre-poids, compression *otopiésique* (de οὖς, ὦτος, oreille; πιέσις, compression), d'après le mécanisme rappelé plus haut, pourra produire également des troubles d'équilibration et des troubles d'excitation irradiée (cris réflexes par irritation bulbo-protubérantielle, crises de colère par excitation irradiée aux centres cérébraux; accès de tristesse, de frayeurs subites, comme par hallucination), etc.

» En relâchant la compression otopiésique, chez les enfants sourds-muets, on devra voir disparaître ces accidents. C'est ce que nous avons observé en effet.

» Chez un jeune enfant qui avait entendu, parlé et marché jusqu'à dix-huit mois, survint une affection mal déterminée, méningitiforme, qui laissa le petit malade sourd, muet et impotent des membres inférieurs. Mais il était resté *intelligent*. Cette situation durait depuis six mois, quand, en examinant l'enfant, l'analyse des symptômes qu'il présentait nous fit supposer que les accidents dérivaient de la compression *otopiésique* (par suite du vide dans la caisse du tympan). Quelques bulles d'air ayant été introduites dans la caisse, l'enfant put *immédiatement marcher* et prolonger cet exercice pendant plusieurs heures. Peu à peu, l'ouïe et la parole revinrent, et la marche continua d'être exécutée comme à l'état normal. L'impossibilité de la marche depuis six mois ne tenait donc pas à une paralysie de membres, mais plutôt à un trouble dans l'équilibration.

» Un autre enfant de quatre ans et demi, sourd-muet depuis l'âge d'environ un an, à la suite d'une affection méningitiforme, était sujet à

des crises de colère furieuse, qui disparurent quelque temps après la décompression de l'oreille. L'ouïe fut récupérée en partie.

» Un autre enfant de deux ans, sourd-muet depuis l'âge d'environ huit mois, poussait des cris stridents, prolongés, très pénibles à entendre; il avait un caractère triste, sombre et des allures vieillottes. Il était grand, vigoureux, intelligent. Après quelques séances de décompression de l'oreille interne, les cris étranges cessèrent, le caractère devint gai, affectueux et doux. L'ouïe s'améliora rapidement.

» Nous avons observé plusieurs cas analogues, où la décompression de l'oreille fit cesser des accidents nerveux variés, chez de jeunes enfants sourds-muets.

» La restauration partielle de l'ouïe, la possibilité de marcher, la disparition des accès de colère et de cris, les modifications dans le caractère, etc., tous ces phénomènes, survenant pendant la décompression de l'oreille interne, fournissent la preuve que la surdité, les troubles de l'équilibration et autres, ont une cause analogue ou commune, qui n'est autre, dans ces cas, que la compression des nerfs de l'audition et de l'équilibration, à leurs terminaisons dans l'oreille interne.

» En un mot, ces phénomènes peuvent dépendre de la compression *otopiésique*.

» D'après ces expériences cliniques, il y a lieu de considérer comme moins fréquentes les causes habituellement admises de ces accidents, telles que les affections cérébrales, cérébelleuses, bulbaires (Tripier) et méningitiques. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'évolution des dents des Balænides.* Note de MM. G. POUCHET et CHABRY, présentée par M. H. Milne Edwards.

« Les matériaux que l'un de nous a rapportés de sa mission en Laponie, et d'autres, que le Muséum doit à la générosité de M. Foyn, nous ont permis une étude de l'évolution des dents des Balænides plus complète qu'on ne l'avait faite jusque dans ces derniers temps (voir JULIN, *Archives de Biologie*, 1880). Cette évolution présente certaines particularités, sans analogie connue jusqu'à ce jour chez les autres Mammifères.

» Les embryons à notre disposition appartiennent aux espèces *Balænoptera Sibbaldii* et peut-être *B. musculus*.

» A. Sur un embryon de $0^{m},30$, la lame, d'où proviennent les organes

adamantins, s'étend encore de l'un à l'autre de ces organes; mais elle est irrégulière, contournée, amoindrie, légèrement bourgeonnante, appliquée au niveau de l'organe adamantin, sur la face interne de celui-ci; une légère saillie plongeante qu'elle présente pourrait être, à la rigueur, interprétée comme l'indice d'une tendance à la formation d'une dent définitive. Le développement des germes à la mâchoire supérieure est beaucoup plus avancé qu'à l'inférieure, et les premiers rudiments des chapeaux de dentine vont s'y montrer. L'organe adamantin offre sur ces germes un intérêt spécial. La paroi celluleuse externe en est dissociée, complètement éventrée, disparue sur tout le sommet de l'organe, réduite à un organe circulaire sur les bords de celui-ci. Le tissu lamineux ambiant se trouve, par suite, largement en continuité avec la pulpe adamantine, donnant ainsi la démonstration d'une identité de texture que nous avions indiquée déjà entre la pulpe adamantine et le tissu lamineux, l'organe adamantin offrant un nouvel exemple de la pénétration d'un tissu émané du feuillet externe par les éléments du feuillet moyen.

» A cet âge, c'est-à-dire sur l'embryon de $0^{m},30$, on constate, sur les lèvres, la présence de poils caducs.

B. Sur un embryon de $0^{m},90$, les dents observées au milieu de l'une et l'autre mâchoire ne présentent plus la même différence dans leur développement. Les germes ont $0^{m},002$ ou $0^{m},003$ en tous sens. La paroi celluleuse interne de l'organe adamantin, seule subsistante, est formée d'éléments volumineux. Le chapeau de dentine est bien développé, épais de $0^{mm},040$ à $0^{mm},050$ au moins; au sommet, la substance en est homogène, non creusée de canalicules. La face externe est lisse; la face interne est creusée d'excavations ou alvéoles, dans chacune desquelles sont logées plusieurs cellules rapprochées les unes des autres et sans prolongements, beaucoup plus grosses que les cellules osseuses enveloppées dans le travail d'ossification du maxillaire. Le tissu de la pulpe présente également, vers le sommet de la dent, une modification remarquable; il est moins dense, avec de larges sinus vasculaires, mesurant jusqu'à $0^{mm},030$ à $0^{mm},040$.

» L'organe adamantin, réduit à la couche interne, est encore continu, mais très atténué vers le sommet du chapeau de dentine qui semble sur le point de faire éruption. Il n'y a pas d'émail. En dehors de la couche adamantine, on voit une capsule lamineuse assez bien limitée, surtout vers la base du bulbe.

» C. Sur un embryon de $1^{m},50$, les coupes longitudinales montrent les dents de la mâchoire supérieure conique, très obliquement dirigées en

avant. Elles ne sont pas beaucoup plus développées que sur l'embryon de $0^m,90$. A la mâchoire supérieure, elles sont à peine plus larges, mais très allongées d'avant en arrière, et mesurant, dans cette direction, près de $0^m,001$; irrégulières (tricuspides, *eschricht*). La couche adamantine, complètement modifiée d'aspect, réduite en lambeaux discontinus, formant, au sommet des dents de la mâchoire inférieure, un amas conique, d'autres fois, formant des lames irrégulières et stratifiées. Les cellules ont pris une apparence qui les rapproche d'un épithélium corné. Entre ces lambeaux de l'organe adamantin, le tissu lamineux ambiant est venu au contact de la dentine, à laquelle il adhère par places. Le chapeau de dentine est aminci, réduit à l'état d'une lame perforée d'orifices plus ou moins larges à travers lesquels le tissu lamineux périphérique se continue avec celui de la pulpe.

» Cette disposition est probablement le signal d'une disparition rapide de la dent; chez un fœtus ayant à peu près la même taille, nous ne trouvons plus trace de dents à la mâchoire supérieure. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les propriétés optiques des corps cristallisés, présentant la forme sphérolithique.* Note de M. E. BERTRAND, présentée par M. des Cloizeaux.

« L'examen en lumière polarisée d'un certain nombre de minéraux présentant la forme sphérolithique m'a permis de déterminer le système cristallin de plusieurs espèces minérales, et de montrer que les déterminations faites par cette méthode sont aussi certaines que celles que l'on obtiendrait par l'étude d'un cristal isolé en lumière polarisée convergente.

» Si l'on examine, en lumière polarisée parallèle, une lame mince taillée dans un sphérolithe de chaux carbonatée, comme M. Fouqué me l'a montré pour la première fois, il y a environ deux ans, on observe, lorsque la mise au point est exacte, une croix vague à branches épanouies, comme il arrive pour la plupart des substances globuleuses; mais si l'on élève ou si l'on abaisse le tube du microscope d'une quantité convenable, on cesse de voir nettement les détails de la préparation, puisque l'on n'est plus au point; mais on aperçoit une croix très nette, et des anneaux absolument semblables à ceux que l'on observe d'ordinaire en lumière polarisée convergente.

» Je me suis assuré que des sphérolithes de chaux carbonatée, de dial-

logite, de smithsonite donnent, avec le mica $\frac{1}{4}$ d'onde, le caractère négatif et que des sphérolithes de quartz donnent le caractère positif.

» Je me suis également assuré que les substances sphérolithiques uniaxes donnent seules des anneaux, tandis que les substances biaxes peuvent donner des croix plus ou moins nettes, mais jamais d'anneaux.

» Le phénomène observé est donc tout à fait caractéristique du minéral composant le sphérolithe, et la théorie mathématique que M. Mallard en a donnée ([1]) vient confirmer mes observations.

» J'ai pu, par cette méthode ([2]), montrer que le rhabdophane est uniaxe positif, et doit être rapporté à la phosphocérite, et non pas à la monazite, comme on l'avait supposé.

» J'ai montré également ([3]) que le plomb gomme est hexagonal positif, et ne peut être réuni à la pyromorphite qui est négative. Il en est de même de l'hitchcockite, qui n'est qu'une variété de plomb gomme.

» La voltzine de Joachimsthal ([4]) présente aussi des caractères sphérolithiques très nets, et doit être considérée comme une espèce minérale parfaitement déterminée.

» Enfin j'ai pu constater récemment que la nouméïte, un des principaux minerais de nickel actuellement exploités dans la Nouvelle-Calédonie, est nettement cristallisée à l'état sphérolithique, avec caractère positif. C'est un silicate hydraté de magnésie, renfermant des quantités variables d'oxyde de nickel, et tout à fait semblable, quant à ses propriétés optiques, aux hydrosilicates de magnésie auxquels on a donné les noms de *gymnite*, *nickel-gymnite*, *cérolite*, *deweylite*, *pimelite*.

» Cette nouvelle méthode de détermination du système cristallin des minéraux m'a donc donné déjà un certain nombre de résultats; je crois qu'elle est appelée à en donner encore beaucoup d'autres; j'ai pensé qu'il était intéressant de la signaler à l'attention des minéralogistes ([5]). »

([1]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. IV, 1881, n° 3, p. 66.

([2]) *Comptes rendus*, 1878, t. LXXXVI, p. 1028; *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. III, 1880, n° 3, p. 58.

([3]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. IV, 1881, n° 2, p. 37.

([4]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. IV, 1881, n° 3, p. 59.

([5]) Il m'est impossible, dans cette Note, d'entrer dans les détails pratiques concernant la taille des sphérolithes, l'épaisseur la plus convenable, etc. Je dois cependant mettre en garde contre une erreur que l'on pourrait commettre en confondant les anneaux plus ou moins colorés, que l'on voit souvent dans les substances concrétionnées, avec les anneaux produits par les interférences dans les véritables sphérolithes cristallisés uniaxes. Ces derniers

M. Mouchez, en présentant à l'Académie une « Carte magnétique de la Russie », par le colonel *A. de Tillo*, s'exprime comme il suit :

« M. le colonel d'état-major russe *A. de Tillo* vient de terminer une intéressante étude du magnétisme terrestre en Russie.

» Il a observé l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée en 700 points répartis sur toute la surface de la Russie d'Europe, et il a construit des Cartes magnétiques qui présentent le double intérêt de l'actualité et des faits particuliers qui y sont signalés.

» La première Carte contient, de degré en degré, les lignes isogoniques et isocliniques pour l'époque 1880,0; elle est basée sur 700 observations, dont 350 sont antérieures à 1870, et 350 ont été faites depuis 1870 jusqu'en 1880. La réduction à la même époque a été faite avec beaucoup de soin, et l'on croit pouvoir assurer que l'erreur provenant de ce fait ne dépasse jamais 5′ à 6′.

» Il ressort de ce travail que la répartition de la déclinaison ainsi que de l'inclinaison n'est pas régulière, que les déviations de $\frac{3}{4}$ de degré se trouvent presque partout. Les doubles raies sur la Carte indiquent les anomalies principales qui atteignent ou dépassent $\pm 4°$.

» Trois foyers d'anomalie magnétique se trouvent en Russie, l'un dans le golfe de Finlande, l'autre auprès des villes Orel, Koursk et Charkou, la troisième dans l'Oural, près d'Ekatherinbourg et Statoust.

» La deuxième Carte représente les lignes isogoniques et isocliniques comparées pour deux époques : 1842, d'après le général Sabine, et 1880, d'après le colonel Tillo.

» La troisième donne les lignes qui relient les points sur lesquels le changement annuel de la déclinaison est le même; ainsi, au nord-est de la Russie d'Europe, la ligne — 3′ indique les lieux où le changement annuel de la déclinaison n'est que de 3′, tandis qu'au nord-ouest et à l'ouest de la Russie ce changement est de 7′ par an; les lignes intermédiaires de 4′, 5′ et

---

anneaux ne sont visibles que lorsque la mise au point n'a pas lieu sur la préparation, tandis que les anneaux qui ne sont pas produits par des interférences sont visibles lorsque la mise au point est exacte.

La compensation avec le mica $\frac{1}{4}$ d'onde ne se fait, en général, d'une façon nette qu'avec les véritables sphérolithes uniaxes; mais ce caractère à lui seul n'est pas suffisant, si l'on ne voit pas en même temps de véritables anneaux d'interférence.

Pour obtenir les phénomènes aussi nets que possibles, il faut tailler la lame entre le centre du sphérolithe et la surface.

surtout la ligne 6' ont une courbure qui semble indiquer un certain rapport avec la distance à la mer Glaciale.

» La quatrième Carte donne les lignes reliant les points où le changement d'inclinaison annuel est le même.

» On voit qu'à l'est l'inclinaison augmente de 1' par an, tandis qu'à l'ouest elle diminue de 2' par an. La configuration de ces lignes est beaucoup plus régulière que celle des changements en déclinaison. La ligne où l'inclinaison ne change pas présente un très grand intérêt.

» Ces deux dernières Cartes ont été dressées à l'aide d'observations faites en 120 points, à des époques différentes; l'erreur probable de ces lignes de changement annuel ne doit pas être de plus de $\pm 1'$ d'arc.

» C'est la première fois, je crois, qu'on trace sur les Cartes magnétiques les lignes d'égal changement annuel; c'est une excellente idée qu'a eue le colonel Tillo, et on devra les indiquer à l'avenir toutes les fois qu'on aura les éléments nécessaires pour le faire, car elles seront non seulement très utiles dans la pratique, mais elles pourront aussi faire ressortir quelque phénomène intéressant, ou apporter quelque lumière sur la cause encore si obscure de ces variations périodiques du magnétisme terrestre.

» Il semble inutile de faire ressortir que, à l'aide des Cartes du colonel *Tillo*, il est possible de déterminer, pour une époque et un lieu quelconque de la Russie, l'inclinaison et la déclinaison avec une assez grande précision, mais on ne devra cependant pas s'étendre à une époque trop éloignée de 1880, car rien ne prouve que la valeur des changements annuels reste elle-même invariable.

» L'œuvre de colonel Tillo a pour nous une réelle opportunité au moment où, par l'initiative et sous la direction du Bureau des Longitudes, la France va très prochainement entreprendre une étude générale du magnétisme terrestre sur tout le globe. Nous comptons joindre à la détermination de l'inclinaison et de la déclinaison de l'aiguille aimantée celle de l'intensité magnétique. Ces trois éléments pourront être facilement obtenus à l'aide du même instrument.

» Les Cartes, qui résulteront de cette étude, étant construites à l'aide d'observations faites à peu près simultanément dans tous les observatoires et sur la plupart des mers du globe, auront une exactitude beaucoup plus grande que celles qu'on publie aujourd'hui de temps à autre en Allemagne ou en Angleterre, et qui sont bien plus le résultat d'interpolations dans le temps et dans l'espace que d'observations réelles. Un semblable travail aura trop d'uti-

lité pour la marine et pour la science pour que nous ne puissions compter sur le concours de tous ceux qui seront à même d'y coopérer. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 janvier 1882.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Annuaire statistique de la France. 4e année, 1881. Paris, Imp. nationale, 1881; in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. J.-A. Barral. T. XL, année 1880. Paris, Hôtel de la Société, 1881; in-8°.

Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme; par E. Mascart et J. Joubert. T. I : *Phénomènes généraux et théorie.* Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras. IIe série, t. XII. Arras, imp. Rohard-Courtin, 1881; in-8°.

Culture et exploitation des arbres, etc.; par A. Rousset. Valence, 1882; in-8°.

Tables générales des vingt premiers volumes de la Société archéologique du département de Constantine. Constantine, imp. Arnolet, 1881; in-8°.

L'alcaptone dans les urines; par M. E. Schmitt. Paris, J.-B. Baillière, 1882; br. in-8°.

Official copy quarterly weather report of the Meteorological Office. New series, Part. I. January-March, 1876. London, 1881; in-4°.

Atti e Memorie della R. Accademia virgiliana di Mantova, anno 1881. Mantova, tipog. Mondovi, 1881; in-8°.

Del lago di Garda e del suo emissario il Mincio. Studi e considerazioni del Commissario ingegnere J. Martinelli. Mantova, tipog. Mondovi, 1881; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 février 1882.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. T. C. Paris, Imp. nationale, 1881; in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la neuvième session. Reims, 1880; Paris, au secrétariat de l'Association, 1881; in-8° relié.

Recherches expérimentales sur la relation qui existe entre la résistance de l'air et sa température, etc.; par G. A. Hirn. Colmar, E. Barth, 1882; in-4°.

Recherches expérimentales sur la relation qui existe entre la résistance de l'air et sa température; par M. G. A. Hirn. *Rapport de* M. Melsens. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1881; in-8°.

Le monde physique; par Am. Guillemin. 10e série liv. 87 à 98. T. II : *La lumière.* Paris, Hachette et Cie, 1882; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par M. C. Gogou. 1re Thèse : *Sur une inégalité lunaire à longue période due à l'action perturbatrice de Mars.* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. 1881; décembre. Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Ferments et maladies; par E. Duclaux. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande; Vol. VII, année 1879. Helsingfors, 1882; in-8°.

Leçons sur les modifications du sang; par G. Hayem. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

La lumière électrique; par E. Alglave *et* J. Boulard. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1882; in-8°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1880; t. XXII. Bordeaux, imp. Lanefranque, 1881; in-8°.

Atti della reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle-Arti, 1880-1881. Napoli, 1881; in-4°.

Del sistema commissurale centrale dell' encephalo umano. Ricerche dei prof. L. AGENO *e* T. BEISSO. Genova, tipog. Verardo, 1881; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 6 février 1882.)

Page 325, ligne 19, *au lieu de* diméthylamine, *lisez* diméthylaniline.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 FÉVRIER 1882.

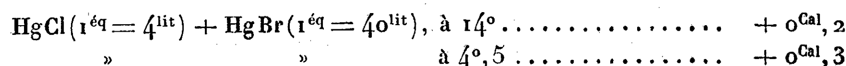
PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sels doubles de mercure;* par M. **Berthelot**.

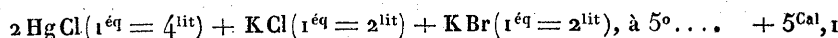
« 1. Chlorobromures de mercure. — *Par voie humide,* l'expérience est fort délicate, à cause de la faible solubilité du bromure mercurique.



$$\mathrm{HgCl}(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{HgBr}(1^{\text{éq}} = 40^{\text{lit}}), \text{ à } 14^{\circ} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0^{\text{Cal}},2$$

$$\text{» \qquad » \qquad à } 4^{\circ},5 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0^{\text{Cal}},3$$

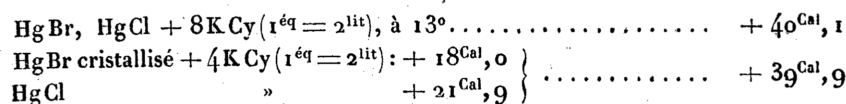
quantités qui ne surpassent pas les limites d'erreur. On a encore



$$2\,\mathrm{HgCl}(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KCl}(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + \mathrm{KBr}(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}), \text{ à } 5^{\circ} \ldots \quad +5^{\text{Cal}},1$$

tandis que la réaction du chlorure de mercure sur les sels pris séparément, ($\mathrm{HgCl} + \mathrm{KCl}$ et $\mathrm{HgCl} + \mathrm{KBr}$), dégage en tout : $+4^{\text{Cal}},8$. Nous sommes trop près des limites d'erreur pour affirmer l'existence d'une combinaison.

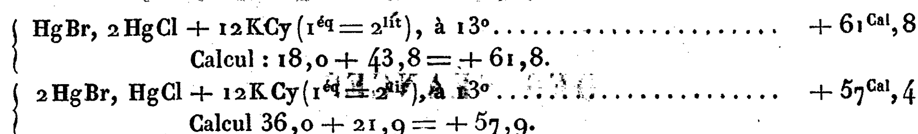
» *Par voie sèche.* Sels récemment fondus et pulvérisés :



$$\mathrm{HgBr},\ \mathrm{HgCl} + 8\mathrm{KCy}(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}), \text{ à } 13^{\circ} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +40^{\text{Cal}},1$$

$$\left.\begin{array}{l} \mathrm{HgBr} \text{ cristallisé} + 4\mathrm{KCy}(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) : +18^{\text{Cal}},0 \\ \mathrm{HgCl} \qquad » \qquad +21^{\text{Cal}},9 \end{array}\right\} \ldots\ldots \quad +39^{\text{Cal}},9$$

» La différence, 0,2, ne surpasse pas les limites d'erreur.



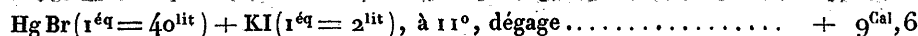
HgBr, 2HgCl + 12KCy($1^{éq} = 2^{lit}$), à 13° .... $+ 61^{Cal},8$

Calcul : $18,0 + 43,8 = + 61,8$.

2HgBr, HgCl + 12KCy($1^{éq} = 2^{lit}$), à 13° .... $+ 57^{Cal},4$

Calcul $36,0 + 21,9 = + 57,9$.

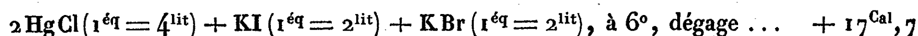
» 2. Iodobromures de mercure. — *Par voie humide.*



HgBr($1^{éq} = 40^{lit}$) + KI($1^{éq} = 2^{lit}$), à 11°, dégage .... $+ 9^{Cal},6$

Le calcul donne 9,7, dans l'hypothèse d'un simple échange.

» Le mélange des deux sels alcalins



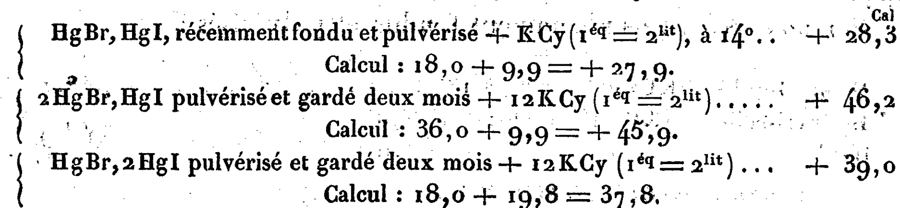
2HgCl($1^{éq} = 4^{lit}$) + KI($1^{éq} = 2^{lit}$) + KBr($1^{éq} = 2^{lit}$), à 6°, dégage ... $+ 17^{Cal},7$

la réaction des sels séparés (HgCl + KI) et (HgCl + KBr) dégageant + 13,6 et + 4,4; en tout : + 18,0.

» Il n'y aurait donc pas de chaleur dégagée dans la formation du sel double. Cependant un tel sel se forme réellement, le précipité ayant une teinte orangée, bien moins foncée que l'iodure rouge, et une proportion considérable d'iodure de mercure demeurant dissoute dans la liqueur, à l'état de sel double. Or la dissolution de ce sel double a dû absorber une certaine dose de chaleur, qu'il conviendrait d'ajouter à la précédente, si la totalité du mercure était changée en sel double solide.

» Réciproquement, l'iodure de mercure rouge, broyé avec une solution de bromure de potassium ($1^{éq} = 2^{lit}$), entre en dissolution partielle, avec une légère absorption de chaleur, et forme en même temps un sel double insoluble. Si l'iodure est très divisé et récemment précipité, il se transforme dans l'iodobromure mercurique orangé, dont il vient d'être question. On reviendra sur ce fait, en parlant des doubles décompositions.

» *Par voie sèche.* L'iodure et le bromure de mercure, fondus ensemble, donnent un sel jaunâtre, qui ne semble plus renfermer d'iodure rouge. Si on le pulvérise, ce sel conserve sa stabilité d'une façon à peu près complète. A peine au bout de deux mois aperçoit-on quelque trace d'iodure rouge régénéré. Le corps ainsi obtenu n'est donc pas un mélange, et il garde, après refroidissement, l'apparence d'une combinaison. La chaleur de formation s'obtient en dissolvant dans le cyanure de potassium



HgBr, HgI, récemment fondu et pulvérisé + KCy($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14° .. $+ 28^{Cal},3$

Calcul : $18,0 + 9,9 = + 27,9$.

2HgBr, HgI pulvérisé et gardé deux mois + 12KCy ($1^{éq} = 2^{lit}$) ..... $+ 46,2$

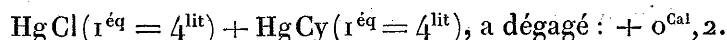
Calcul : $36,0 + 9,9 = + 45,9$.

HgBr, 2HgI pulvérisé et gardé deux mois + 12KCy ($1^{éq} = 2^{lit}$) ... $+ 39,0$

Calcul : $18,0 + 19,8 = 37,8$.

» Dans tous les cas, on a donc une quantité très petite, sinon même négative, pour la chaleur de combinaison comptée depuis l'iodure rouge. Depuis l'iodure jaune, en moyenne, on aurait environ $+ 1^{Cal}$.

» 3. Chlorocyanures. — On connaît un chlorocyanure de mercure : HgCl, HgCy, très bien cristallisé. Je l'ai dissous dans l'eau; cette dissolution à 14° absorbe : $- 2^{Cal},7$. Elle est lente et difficile.



$$\text{HgCl}(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \text{HgCy}(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}),\ \text{a dégagé} : + 0^{\text{Cal}},2.$$

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
HgCl + eau..................	—1,5	HgCl + HgCy...............	x
HgCy + eau..................	—1,5	Dissolution..................	—2,7
Mélange des liqueurs...........	+0,2		$x - 2,7$
	—2,8		

x est sensiblement nul; c'est-à-dire que la chaleur de formation du sel double est négligeable. Ceci mérite d'autant plus l'attention qu'il s'agit d'un sel cristallisé et bien défini.

» 4. Je n'ai pas fait une étude spéciale des *bromocyanures* et *iodocyanures*. J'ai constaté cependant que l'iodure rouge, broyé dans le calorimètre avec une solution de cyanure de mercure ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$), donne lieu à un dégagement de chaleur très sensible, soit $+ 0^{o},06$ en une minute; $+ 0^{o},012$ en douze minutes (à 4°), etc. De même le bromure de mercure broyé avec le cyanure de mercure dissous ($+ 0^{o},03$ en quatre minutes).

» 5. En résumé, les sels doubles formés par deux halogènes unis au mercure existent, au moins dans un certain nombre de cas; mais leur chaleur de formation est très petite, depuis l'état normal des sels simples. Cependant la chaleur de formation des iodures doubles, comptée depuis l'iodure jaune, est sensible et voisine de la chaleur dégagée par la métamorphose de cet iodure jaune en iodure rouge.

SELS DOUBLES DÉRIVÉS DE DEUX HALOGÈNES, UNIS L'UN AU MERCURE, L'AUTRE AU POTASSIUM.

» Il convient d'envisager maintenant cet ordre de sels doubles, qui sont très multipliés, pour pouvoir discuter à fond les problèmes de statique chimique, relatifs aux doubles décompositions des sels de mercure. La multitude en étant trop grande pour qu'on puisse les énumérer tous, je me suis borné à trois sels de ce genre : le chlorocyanure, le bromocyanure et l'iodocyanure, pareils par leur formule.

» 1. L'*iodocyanure de mercure et de potassium* est un beau corps en

longues aiguilles, répondant à la formule KI, 2 Hg Cy, $\frac{1}{2}$HO :

1° Sa dissolution dans l'eau à 14° absorbe.....	$-12^{Cal},4$
Celle du sel anhydre....................	$-12^{Cal},0$

» Rappelons que l'on a, à la même température :

2° KI + eau...........................		$\overset{Cal}{-5,2}$
3° HgCy + eau.........................		$-1,5$
4° KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) + 4 HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 14°...		$+3,0$
» + 2 HgCy »	...	$+2,7$
» + HgCy »	...	$+1,9$
HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 2 KI ($1^{éq} = 2^{lit}$)		$+2,3$
» + 4 KI »		$+2,5$

» On voit qu'il y a dégagement de chaleur, soit que l'on ajoute de l'iodure de potassium, soit que l'on ajoute du cyanure de mercure au mélange fait à équivalents égaux. Ceci s'explique dans le dernier cas, si l'on remarque que, en opérant à équivalents égaux, il ne tarde pas à se séparer des cristaux du composé KI, 2 HgCy, non sans un nouveau dégagement de chaleur dû à la cristallisation. On est donc autorisé à admettre la formation de ce composé, même à l'état dissous.

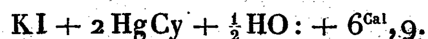
» En présence d'un excès d'iodure de potassium, il s'agit probablement d'un composé distinct du premier ; à moins que les accroissements dans la chaleur dégagée ne répondent à une diminution dans la dissociation du sel double dissous, sous l'influence d'un excès de ses composants.

» On tire des nombres précédents :

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KI + eau, à 14°........	$-5,2$	KI + 2 HgCy..........	x
2 HgCy + eau..........	$-3,0$	Sel anhydre et eau......	$-12,0$
Réaction.............	$+2,7$		$x-12,0$
	$-5,5$		

$$x = +6,5.$$

» Les chiffres précédents se rapportent au sel anhydre. La formation du sel hydraté dégage $+0^{Cal},4$ de plus, quantité sensiblement égale à la chaleur de fusion de l'eau qui le forme ($+0^{Cal},36$). On a, en définitive,



$$KI + 2\,HgCy + \tfrac{1}{2}HO : + 6^{Cal},9.$$

» On voit que la combinaison de l'iodure de potassium avec le cyanure de mercure dégage une quantité de chaleur considérable.

» La formule et les réactions du sel autorisent à le considérer d'une autre manière, je veux dire comme un sel triple formé par l'union de l'iodure de mercure avec le cyanure double de mercure et de potassium



$$\text{HgI} + \text{HgCy}, \text{KCy}.$$

» Cette formation à partir des sels simples aurait lieu en deux phases, savoir : la transformation KI + 2 HgCy en HgI + HgCy, KCy, laquelle dégagerait, dans l'état anhydre, $+ 2^{\text{Cal}},8$; et la combinaison réciproque des deux derniers sels : $+ 3^{\text{Cal}},7$.

» En fait, l'iodure de mercure se dissout lentement et avec chaleur dans le cyanure double, HgI + 4 HgCy, K Cy ($1^{\text{éq}} = 6^{\text{lit}}$).

» L'iodocyanure cristallisé et anhydre, lorsqu'on le chauffe avec précaution, fournit un sublimé d'iodure de mercure jaune, bien avant la température à laquelle il est détruit, avec formation de mercure et de cyanogène. Cette réaction indique une régénération facile d'iodure de mercure, par dissociation du sel triple, et cela avant que les cyanures soient décomposés.

» 2. *Bromocyanure de mercure et de potassium.* — C'est un beau sel cristallisé : KBr, 2HgCy, 3HO ; pareil au bromure de mercure.

» 1° Sa chaleur de dissolution dans l'eau à 9° a été trouvée $- 12^{\text{Cal}},7$, celle du sel anhydre : $- 11^{\text{Cal}},9$.

» Ce qui fait pour la combinaison de 3HO : + 0,8 eau liquide ; — 1,3 eau solide ; valeur négative comme pour l'iodure double (p. 484).

» 2° KBr + eau, à 9° : — 5,5 ;

» 3° HgCy + Eau : — 1,5.

			Cal
4° KBr ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$)	+ 4 HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$), à 9°,5	...	+ 0,59
»	+ 2 HgCy »	....	+ 0,48
»	+ HgCy »	....	+ 0,41
HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$)	+ 2 KBr ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$)	....	+ 0,67
»	+ 4 KBr »	....	+ 0,97

» Ces dégagements de chaleur sont parallèles à ceux observés pour l'iodure de potassium, mais avec des valeurs moindres.

» On tire de ces nombres :

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KBr + eau, à 9°	— 5,5	KBr + 2 Hg Cy..............	x
2 Hg Cy + eau..................	— 3,0	Sel anhydre et eau...........	— 11,9
Réaction	+ 0,5		x — 11,9
	— 8,0		

$$x = + 3,9.$$

» La formation totale du sel hydraté dégage + 4,7.

» Le sel anhydre, étant chauffé doucement, ne fournit pas d'abord de sublimé de bromure de mercure, par simple dissociation. Mais si l'on chauffe plus fort, le sel noircit et dégage du mercure, du cyanogène et du bromure mercureux sublimé, par réaction complexe.

» Ces réactions n'autorisent pas à envisager le bromocyanure comme un sel triple; d'ailleurs, le changement intermédiaire de



$$\mathrm{KBr} + 2\mathrm{Hg\,Cy} \text{ en } \mathrm{Hg\,Br} + \mathrm{Hg\,Cy, KCy},$$

rapporté à l'état solide, absorberait $-7^{\mathrm{Cal}},0$.

» 3. *Chlorocyanure de mercure.* — C'est un sel cristallisé, moins beau, à la vérité, que l'iodocyanure. Son analyse conduit à la formule



$$\mathrm{KCl}, 2\mathrm{HgCy}, 2\mathrm{HO}.$$

Sa chaleur de dissolution dans l'eau, à 14° : $-10^{\mathrm{Cal}},4$; celle du sel anhydre, à 9° : $-9,0$. La différence représente la solidification de l'eau.

		Cal
KCl ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$)	+ 4HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$), à 9°,5, dégage...	+ 0,20
»	+ 2HgCy	+ 0,15
»	+ HgCy	+ 0,12
HgCy ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$)	+ 2KCl ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$)	+ 0,26
»	+ 4KCl	+ 0,32

» On tire de là :

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KCl + eau	$-4,5$	2HgCy + KCl	x
2HgCy + eau	$-3,0$	Dissolution	$-9,0$
Mélange des deux solutions	$+0,1$		$-9,0+x$
	$-7,4$		

$$x = +1,6.$$

» La formation du sel hydraté : $+3,0$.

» Ce sel chauffé doucement ne fournit d'abord aucun sublimé, par simple dissociation. Mais lorsqu'on atteint la température à laquelle il noircit et dégage du mercure et du cyanogène, il se forme un peu de bichlorure et de protochlorure sublimés. La transformation préalable de KCl + 2HgCy en HgCl + KCy, HgCy est peu probable; car elle absorberait $-10^{\mathrm{Cal}},1$.

» La chaleur de formation de cette série de sels doubles va croissant du chlorocyanure au bromocyanure et à l'iodocyanure correspondants. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action qu'exercent les fortes doses de strychnine sur la motricité des nerfs chez les mammifères.* Note de M. **Vulpian.**

« Il est admis aujourd'hui par tous les physiologistes que la strychnine peut abolir, chez la grenouille, l'action des nerfs moteurs sur les muscles, comme le fait le curare. Il suffit, pour obtenir ce résultat, de faire absorber rapidement par une grenouille une dose relativement considérable de ce poison.

» Il est évident, *a priori*, qu'il doit être possible de déterminer un effet semblable, à l'aide de la même substance, chez les mammifères. J'ai toujours admis que l'on y parviendrait sûrement, si l'on arrivait à réaliser, chez des animaux de cette classe, des conditions pareilles à celles dans lesquelles on place si facilement les grenouilles. Mais, en fait, les divers essais qui ont été tentés dans cette direction n'ont pas réussi. On sait qu'une injection hypodermique de $0^{gr},005$ de chlorhydrate de strychnine suffit d'ordinaire pour tuer un chien de moyenne taille : or, j'ai pu injecter peu à peu, chez des chiens chloralisés, plus de $0^{gr},15$ de ce sel de strychnine dans la veine saphène, vers le cœur, sans observer la moindre diminution de l'action des nerfs sciatiques sur les muscles. La faradisation du bout périphérique de l'un de ces nerfs, pratiquée au moyen d'un appareil à chariot, m'a permis de constater, d'une façon indubitable, cette intégrité complète de la motricité des nerfs, sur des chiens ainsi strychnisés. Si l'injection intra-veineuse du sel de strychnine était faite sur des chiens non chloralisés, mais soumis à la respiration artificielle, la mort survenait par arrêt du cœur, au milieu de convulsions violentes, lorsque l'on avait introduit dans la circulation $0^{gr},010$ à $0^{gr},015$ de cette substance.

» Récemment, M. Ch. Richet a communiqué à l'Académie des Sciences les résultats d'expériences intéressantes qui prouvent que l'on peut injecter dans les veines d'un chien des doses beaucoup plus considérables de chlorhydrate de strychnine sans tuer sur-le-champ l'animal [1]. La condition principale du succès de ces expériences, c'est de soumettre l'animal, dès le début, à une respiration artificielle très active. Après une première période, période convulsive, pendant laquelle les mouvements du cœur sont

---

[1] Ch. Richet, *De l'action de la strychnine à très forte dose sur les mammifères* (*Comptes rendus*, séance du 12 juillet 1880, t. XCI, p. 131).

profondément troublés, l'animal présente un collapsus complet, pareil à celui de la curarisation; les mouvements du cœur se régularisent et ne sont plus guère modifiés par les injections ultérieures. M. Ch. Richet a pu ainsi injecter jusqu'à $0^{gr},50$ de sel de strychnine chez un chien du poids de 10^{kgr}. Cette quantité si considérable de strychnine a affaibli l'action des nerfs sur les muscles, mais ne l'a pas abolie.

» Amené à m'occuper de nouveau de l'influence de la strychnine sur les divers appareils et organes des animaux empoisonnés par cet agent toxique, j'ai voulu répéter les expériences de M. Ch. Richet; mais, auparavant, j'ai cru indispensable de rechercher si la strychnine, injectée par une des artères crurales, vers l'extrémité du membre correspondant, ferait disparaître l'action du nerf sciatique sur les muscles auxquels il se rend.

» J'ai fait cette recherche sur un chien fortement chloralisé. L'artère et la veine crurales du côté droit ont été mises à nu; la veine a été serrée entre les serres d'une pince à pression continue; puis on a injecté assez rapidement dans l'artère, vers les orteils, 16^{cc} d'une solution aqueuse de chlorhydrate neutre de strychnine au centième ($0^{gr},16$ du sel). Le nerf sciatique du même côté a été découvert et lié. Au moment de la ligature, il y a eu un faible mouvement des orteils correspondants. Après avoir coupé le nerf, on a faradisé son bout périphérique; il y a eu un faible mouvement du pied. Les mêmes opérations répétées sur le nerf sciatique gauche montraient que la motricité de ce nerf n'avait pas subi d'affaiblissement. Les muscles avaient conservé toute leur contractilité dans le membre postérieur droit. On pratique une nouvelle injection intra-artérielle de la même quantité de la solution de chlorhydrate de strychnine et l'on examine tout aussitôt l'état de la motricité des deux nerfs sciatiques. Le nerf sciatique droit, soumis aux courants d'induction les plus énergiques, est sans la moindre action sur les muscles correspondants; le nerf sciatique gauche a conservé sa motricité absolument normale. On constate de nouveau que la contractilité musculaire est intacte dans le membre postérieur droit. Les deux injections ont été faites à onze minutes d'intervalle. Par suite de la chloralisation préalable, il n'y a pas eu la moindre convulsion chez ce chien pendant la durée de l'expérience.

» MM. Martin-Magron et Buisson avaient déjà noté que l'on obtient bien plus rapidement, chez la grenouille, l'abolition de la motricité du nerf sciatique, en injectant un sel de strychnine vers l'extrémité du membre postérieur correspondant, par l'artère de ce membre, qu'en empoisonnant l'animal par l'introduction de la strychnine sous la peau. On voit que l'on

peut de même, chez un chien, produire assez facilement cette abolition de la motricité par le même moyen, à l'aide d'un sel de strychnine. J'ai vu, sur un autre chien, le nerf sciatique d'un côté perdre sa motricité après une seule injection de $0^{gr},16$ de chlorhydrate de strychnine dans 16^{cc} d'eau distillée.

» Ayant acquis, par ces expériences, la certitude que la strychnine peut faire disparaître la motricité des nerfs chez les mammifères, lorsqu'elle arrive en suffisante quantité au contact des extrémités terminales de ces nerfs, je répétai les expériences de M. Richet sur des chiens.

» Sur un chien du poids de 12^{kg}, soumis, dès le premier moment de l'expérience, à une respiration artificielle très active (32 insufflations pulmonaires par minute), j'ai injecté peu à peu, par la veine saphène gauche, vers le cœur, $0^{gr},59$ de chlorhydrate de strychnine, de 3^h16^m à 4^h21^m. Le nerf sciatique droit a été examiné à 4^h30^m. Les excitations faradiques les plus intenses, portant sur ce nerf, ne provoquaient pas le moindre mouvement des orteils correspondants, bien que les muscles eussent conservé leur contractilité normale.

» Chez un autre chien, du poids de 23^{kg}, il a fallu injecter, par la veine saphène, en une heure et quart, près de 2^{gr} de chlorhydrate de strychnine en solution aqueuse au centième, pour obtenir l'abolition complète de l'action des nerfs moteurs sur les muscles.

» On est autorisé à conclure de ces expériences que la strychnine, absorbée à hautes doses, peut abolir la motricité des nerfs chez les mammifères, comme elle le fait chez les grenouilles.

» Ces faits expérimentaux montrent que l'action du curare sur les nerfs moteurs n'est pas exclusivement propre à ce poison. C'est un point de l'histoire physiologique des agents toxiques que j'ai cherché depuis longtemps à mettre hors de doute, et qui paraît plus incontestable encore après les expériences dont il s'agit ici. La quantité de strychnine nécessaire pour obtenir l'abolition de l'influence des nerfs moteurs sur les muscles est toutefois bien supérieure à la dose de curare qui suffit pour produire le même résultat. Il convient d'ailleurs de rappeler que, si les deux poisons se ressemblent sous ce rapport, ils diffèrent tant par les autres caractères de leur action physiologique, que l'on doit les considérer comme deux types tout à fait distincts.

» J'ai examiné l'effet des injections de solutions d'autres poisons, faites

dans une des artères crurales, vers les orteils du membre correspondant. Ces expériences ont été faites aussi sur des chiens.

» On a injecté de cette façon, sur un chien, $0^{gr},80$ de chlorhydrate de morphine, en solution au centième. La motricité du nerf sciatique, du côté de l'injection, est demeurée absolument normale.

» Il en a été de même, chez un autre chien, après une injection intra-artérielle (artère crurale) de $0^{gr},96$ de sulfate neutre d'atropine, en solution aqueuse au centième.

» Même résultat après l'injection de $0^{gr},30$ de conine, en solution hydro-alcoolique, au centième, dans une des artères crurales d'un chien.

» Au contraire, une injection de $0^{gr},08$ de nicotine en solution hydro-alcoolique, à 1 pour 200, dans l'artère crurale d'un chien, a détruit immédiatement la motricité du nerf sciatique correspondant, en laissant intacte la contractilité des muscles auxquels se distribue ce nerf. La nicotine est donc encore une substance qui, absorbée à dose suffisante, peut, comme le curare, abolir l'influence des nerfs moteurs sur les muscles. Je l'avais déjà constaté chez les grenouilles : on voit qu'il en est de même chez les mammifères. Par tous les autres caractères de son action physiologique, la nicotine n'en constitue pas moins aussi un type toxique distinct [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Courants induits d'interversions polaires.* Note de M. TH. DU MONCEL.

« Plusieurs savants m'ayant fait observer que les courants que j'ai appelés courants d'*interversions polaires* [2] pourraient bien être de la même nature que ceux qui résultent du mouvement d'une hélice suivant l'axe d'un barreau aimanté, et, par conséquent, que la machine de Gramme ne devrait donner lieu qu'à deux sortes d'inductions et non à trois, j'ai été conduit à étudier la question de plus près, et j'ai reconnu que les trois effets

(1) D'après ce qui a été vu sur les grenouilles, il est probable que d'autres substances toxiques, injectées dans une des artères crurales, chez des chiens, vers l'extrémité d'un membre postérieur, aboliraient aussi la motricité du nerf sciatique correspondant. Je citerai, parmi ces substances, l'aconitine, la conine elle-même, etc. Dans l'expérience mentionnée plus haut, la quantité de conine injectée dans une des artères crurales n'a peut-être pas été suffisante, et d'ailleurs la solution employée était faite depuis plus d'une année.

(2) Voir *Comptes rendus*, séances du 20 mai 1872, p. 1335, et du 24 février 1879, p. 353.

dont j'ai parlé sont bien en jeu dans cette machine, comme je l'avais avancé, et que les courants d'*interversions polaires* sont distincts de ceux qui résultent du mouvement d'une bobine dans un champ magnétique fixe suivant l'axe de l'anneau magnétique.

» Pour bien préciser les effets, j'ai fixé devant l'un des pôles d'un aimant droit une bobine disposée par rapport à lui comme le sont les hélices de l'anneau de Gramme quand elles se présentent devant le pôle inducteur, c'est-à-dire de manière que le plan des spires pût coïncider avec l'axe de l'aimant, et j'ai introduit dans l'hélice le bout d'une longue tige de fer. Au moment de l'introduction de cette tige, j'ai obtenu un courant ordinaire d'induction qui était inverse et de 20°. La déviation galvanométrique étant revenue à zéro, j'ai poussé ma tige de fer jusqu'à moitié de sa longueur sans toucher à l'hélice et j'ai obtenu des courants directs donnant des déviations d'une trentaine de degrés en moyenne. En continuant à enfoncer la tige de fer jusqu'à son autre extrémité, j'ai obtenu de nouveaux courants dans le même sens, mais plus énergiques que les premiers qui donnaient lieu à une déviation moyenne d'une quarantaine de degrés. En répétant les mêmes expériences, mais en déplaçant la tige de fer en sens contraire, j'obtenais les mêmes effets, mais avec une direction opposée du courant. Enfin, quand je déplaçais d'un seul coup la tige de fer dans toute sa longueur, j'obtenais des courants beaucoup plus intenses, qui fournissaient des déviations de 60° à 70°. Or ces effets ne se produisent pas de cette manière quand l'hélice se déplace suivant l'axe de l'aimant.

» On doit se rappeler en effet que j'ai démontré que, si une tige de fer est exposée par une de ses extrémités à une petite distance devant le pôle d'un aimant, de manière à constituer un véritable aimant, le déplacement de la bobine depuis la ligne neutre de cette tige aimantée jusqu'au pôle inducteur donnera lieu à un courant direct, mais que son déplacement dans le même sens, depuis l'autre extrémité de la tige jusqu'à sa ligne neutre, donnera lieu à un courant inverse; de sorte que, si le mouvement de la bobine est effectué d'un seul coup d'un bout à l'autre de la tige, on n'aura qu'un très faible courant, qui résultera alors uniquement de l'induction directe de l'inducteur sur le fil de la bobine. Or, nous venons de voir que c'était précisément dans ces conditions que l'on obtenait, dans les expériences précédentes, l'effet maximum.

» Il est certain que, si les deux effets étaient les mêmes, *on ne devrait obtenir aucun courant*, dans les premières expériences que nous avons citées, car, en définitive, la partie du noyau magnétique qui réagit sur le fil de

l'hélice *est toujours polarisée de la même manière*, et comme c'est toujours la même masse de fer qui surexcite l'aimant inducteur, elle ne doit pas, par suite de son mouvement, changer les conditions de la surexcitation. On ne peut donc attribuer l'effet produit qu'à l'interversion des polarités des différentes molécules magnétiques de la tige, qui, par les mouvements accomplis par elles dans ces changements successifs de leurs conditions d'équilibre réciproques, donnent lieu à des manifestations d'induction correspondantes. On peut d'ailleurs s'en rendre compte avec le système d'analyse par les lignes de force magnétique.

» En effet, dans la première position de la tige de fer que nous avons primitivement étudiée, les lignes de force magnétique sont dans le plan des spires de l'hélice, et, par conséquent, aucune de ces lignes ne coupe l'hélice; mais, aussitôt que la tige se déplace, les lignes de force courbes qui correspondent à la région neutre du barreau se présentent devant l'hélice, et comme, en ce moment, elles se redressent soudainement, elles donnent lieu à un effet analogue à celui qu'on aurait obtenu en faisant passer brusquement la bobine d'une position voisine de la ligne neutre à la position correspondante à l'un des pôles du barreau ; mais c'est alors le déplacement angulaire des lignes de force qui remplace le mouvement exécuté pour faire couper, sous différentes inclinaisons, l'hélice par les lignes de force du champ magnétique fixe.

» J'ai voulu m'assurer de l'influence que pouvait exercer sur l'aimant inducteur le barreau de fer dans les différentes positions qu'il prend au moment où on le fait passer successivement dans la bobine. Pour cela, j'ai recouvert le pôle de l'inducteur d'une bobine fixe, et j'ai répété les expériences citées précédemment sans que le circuit de la bobine traversée par la tige de fer fût fermé. Je n'ai absolument rien obtenu, aucune déviation ne fut observée, et pourtant la bobine placée sur le pôle inducteur pouvait fournir un courant de 20° au moment où la tige de fer était mise en contact avec l'aimant. Le frottement direct et successif de la tige de fer sur ce pôle, depuis l'une de ses extrémités jusqu'à l'autre, ne développait pas davantage de courant dans la bobine. On ne peut donc attribuer les courants étudiés précédemment qu'aux interversions successives des polarités magnétiques moléculaires.

» Ainsi, pour me résumer, les courants résultant du déplacement d'une bobine sur une tige de fer, à travers un champ magnétique fixe, ne sont pas de même nature que les courants résultant du déplacement (dans un champ magnétique fixe) de cette tige de fer réagissant directement sur la

bobine. Dans le premier cas, les courants provoqués par chaque moitié de la tige magnétisée sont de sens contraire, tandis qu'ils sont toujours de même sens dans l'autre cas, et *leur intensité va en augmentant avec la grandeur du déplacement,* tandis qu'elle devient presque nulle dans le premier cas pour le mouvement complet de la bobine, d'un bout à l'autre de la tige de fer.

» D'après ce principe, si l'on pouvait construire matériellement une machine de Gramme dont les hélices induites seraient fixes et disposées contre les pôles inducteurs, et que l'on pût faire tourner à travers toutes ces hélices un anneau de fer, on aurait des courants presque aussi énergiques que ceux résultant des autres inductions, et qui seraient d'*interversions polaires,* mais qui exigeraient, pour être recueillis, la même disposition que dans la machine de Gramme, car les effets produits aux deux diamètres opposés de l'anneau, dans l'axe de l'inducteur, même en n'admettant qu'un seul pôle inducteur, seraient de sens contraire. Toutefois une pareille machine ne peut être réalisée ; mais, comme ses éléments se retrouvent dans la machine de Gramme ordinaire, puisque chaque bobine qui passe devant l'inducteur est influencée non seulement par l'effet de son mouvement dans le champ magnétique de cet inducteur, mais encore par le renversement des polarités magnétiques de la partie du noyau de fer qu'elle rencontre et par son éloignement ou son rapprochement successif de la double ligne neutre du système (ou, ce qui revient au même, de la résultante des spires magnétiques), on peut dire que la machine de Gramme renferme trois genres d'induction, qui, du reste, se produisent dans le même sens, comme le démontrent les lignes de force magnétique dans ces différentes conditions d'action.

» Quand les courants d'interversions polaires sont excités avec une bobine d'induction placée dans le plan de la ligne neutre de l'inducteur, et que le mouvement de la tige de fer est effectué parallèlement à l'axe de l'aimant, que nous supposerons droit, les effets sont très énergiques, mais assez particuliers. Si l'une des extrémités de cette tige est enfoncée dans la bobine et que l'autre corresponde au pôle sud de l'aimant, par exemple, le mouvement de cette tige, effectué jusqu'à ce que la partie sortant de la bobine soit de même longueur que la partie qui n'est pas encore entrée, donnera lieu à un courant *inverse* de 90°, auquel succédera un courant *direct* à peu près de même intensité, quand on achèvera de pousser la tige de fer, et quand on répétera l'expérience du côté opposé, en donnant à la tige de fer un mouvement inverse, on obtiendra, au premier mouvement,

un courant inverse de 90°, auquel succédera un courant direct de même valeur à peu près, quand on achèvera d'enfoncer la tige de fer. Mais, si on effectue le mouvement d'un seul coup, on obtient un courant inverse d'une douzaine de degrés, quel que soit le sens du mouvement de la tige, courant qui n'est qu'un courant différentiel. Ces effets se comprennent d'ailleurs aisément si l'on réfléchit que, dans les premiers mouvements exécutés d'un côté ou de l'autre de la bobine, on fait couper l'hélice induite par les lignes de force courbes de la région neutre de la tige aimantée par influence, et que, dans les seconds mouvements, ces lignes cessent de couper la bobine pour être remplacées par les lignes normales polaires, qui se trouvent alors parallèles aux spires de l'hélice, et, comme les polarités de la tige sont plus accentuées dans ses positions extrêmes que dans ses positions médianes, ce sont les premiers courants qui l'emportent sur les seconds.

» Ces courants d'interversions polaires ne sont pas du reste les seuls que l'on puisse obtenir des corps magnétiques, en dehors des effets ordinaires de l'induction. M. Hughes a démontré qu'on pouvait en développer par le fait même de la torsion, de la compression ou de l'étirement, et M. Ader a fondé sur ces courants un transmetteur téléphonique sans pile, qui est extrêmement curieux. Il est certain que les données professées dans les cours sont incomplètes, et qu'au moment où l'on tire un si grand parti des effets d'induction dans les applications électriques, il importe de mieux préciser les faits qu'on ne l'a fait jusqu'ici. C'est pourquoi j'ai cru important de revenir sur cette question, que j'ai traitée à différentes époques depuis 1872, et notamment en 1879. »

CHIMIE. — *Matière colorante se formant dans la colle de farine.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« A propos d'une récente Communication au sujet d'une matière colorante bleue extraite par M. Gessard de certains liquides pathologiques, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'échantillon d'une belle couleur violette que j'ai retirée, il y a une quinzaine d'années, d'un petit organisme qui se développe assez fréquemment à la surface de la colle de farine conservée pendant quelque temps à l'air humide.

» Le pigment est contenu dans de grosses cellules qui vivent au voisinage de la surface de la colle.

» J'ai essayé autrefois de favoriser la formation de cet organisme en plaçant la colle, préalablement ensemencée, sous des cloches remplies d'atmosphères

diverses. Il m'a paru que les vapeurs d'acide acétique étaient les plus efficaces pour activer la production du violet.

» La matière colorante est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther; à l'état sec, elle possède des reflets métalliques semblables à ceux des couleurs d'aniline.

» La solution alcoolique, d'un bleu violet, donne au spectroscope ([1]), sous une faible épaisseur, une bande d'absorption très indécise : encore plus vague du côté du violet que vers le rouge. Cette bande s'étend de vers $\lambda = 600$ à vers $\lambda = 563$, avec milieu apparent vers 581.

» Avec une épaisseur plus grande, le rouge passe encore presque intact. Le commencement, assez indécis, de la bande d'absorption est situé à environ 655 ; la lumière est totalement interceptée à partir d'environ 645 jusque vers 522; elle devient sensible à 517 et notable à 506. Le maximum de lumière de cette seconde partie du spectre est placé vers 467, mais, contrairement à ce qui s'observe pour le rouge, les portions visibles du vert, du bleu et du violet sont fortement affaiblies. La lumière se perd vaguement entre 432 et 426.

» Enfin, avec une épaisseur encore plus considérable, le rouge, bien que déjà affaibli, conserve encore une intensité très notable jusqu'à environ 670, pour faire place au noir absolu à environ 662. Plus loin, on n'aperçoit qu'une faible trace de lumière dans le bleu et dans le violet au delà de 481.

» L'acide chlorhydrique fait virer au bleu ou au bleu-vert la solution alcoolique violette et finit par la décolorer; la soude caustique colore en vert, qui passe rapidement au jaune un peu rosâtre. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Rapports géologiques et zoologiques de l'île Campbell avec les terres australes avoisinantes.* Note de M. **H. Filhol**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. H.-Milne Edwards, de Quatrefages, Daubrée, Hébert.)

« Le long séjour que j'ai fait en 1874 à l'île Campbell, alors que j'accompagnais la mission chargée d'y observer le passage de Vénus devant le Soleil, m'a permis de relever d'une manière très exacte toutes les particu-

[1] En employant comme source lumineuse le platine chauffé au blanc.

larités géologiques, botaniques et zoologiques propres à cette petite terre australe. L'étude, que je viens de terminer, des collections formées à cette époque, me permet d'apporter quelques éléments nouveaux dans la discussion relative aux extensions géographiques que la Nouvelle-Zélande semble avoir possédées durant différentes périodes géologiques.

» C'est en 1872 que M. Hutton, dans un travail inséré dans les *Comptes rendus* de l'Institut de Wellington, a le premier, en se basant sur la structure géologique en même temps que sur la distribution géographique des espèces animales, appelé l'attention sur une série de mouvements d'élévation et d'abaissement que la Nouvelle-Zélande aurait subie par rapport au niveau de la mer. La dernière grande période continentale de cette terre devrait être fixée, d'après lui, au commencement du pliocène, et elle aurait pris fin vers le milieu de cette période géologique. C'est alors, pour le savant professeur de l'Université de Canterbury, que les Moas, répandus sur la grande terre néo-zélandaise qui s'effondrait, se réfugièrent sur les espaces demeurés émergés, où ils ne tardèrent pas à succomber en quantités considérables par suite de la lutte pour l'existence qui surgit entre eux. En 1873, M. A. Milne Edwards, dans son travail sur les faunes australes, fut conduit, de son côté, à appeler l'attention des naturalistes sur certains faits zoologiques, montrant qu'à une époque probablement peu éloignée de la nôtre la Nouvelle-Zélande devait communiquer avec différentes îles de la Polynésie. Une année après, en 1874, Wallace, dans son Ouvrage intitulé : *Distribution géographique des animaux*, discutait le travail de M. Hutton, et il était conduit à admettre, comme ce savant naturaliste, l'existence, à une période géologique récente, d'une Nouvelle-Zélande possédant une extension géographique beaucoup plus grande que de nos jours. A cette époque, dit-il, l'île Norfolk au nord, les îles Chatham à l'est, les îles Auckland et Macquarie au sud, lui étaient rattachées. C'est de cette grande terre australe, reconnue et limitée ainsi par MM. Hutton, Milne Edwards et Wallace, que M. Blanchard a repris dernièrement l'étude.

» L'île Campbell a-t-elle jamais fait partie du continent néo-zélandais pliocène? Telle est la question que je me suis efforcé de résoudre.

» Dans de semblables discussions, portant sur les extensions probables de certaines terres, un des éléments les plus importants à connaître est celui qui est relatif à la géologie des régions étudiées. L'île Campbell présente une structure toute spéciale. L'examen approfondi des rapports qu'affectent entre elles les roches qui la constituent, l'étude micrographique des laves qui la revêtent, m'ont conduit à modifier complètement les

opinions que j'avais émises, immédiatement après mon retour, sur son âge géologique, alors que je me fondais seulement sur l'étude des caractères extérieurs.

» L'île Campbell est constituée par deux éléments principaux : 1° par une bande de calcaire; 2° par des laves. La bande de calcaire est engagée entre deux massifs volcaniques, dont les épanchements l'ont en partie recouverte; elle leur est donc antérieure, comme formation. Cette assise, dont l'épaisseur est de 70^m environ, a évidemment pris naissance dans des mers très profondes. Les fossiles y font absolument défaut, et les coupes micrographiques m'ont permis d'y noter seulement la présence de globigérines. Ce calcaire, d'une teinte jaunâtre, d'un aspect très caractéristique, ne se retrouve en aucun point de la Nouvelle-Zélande. Sa surface supérieure, dans les points où elle n'est point revêtue par les laves, n'est recouverte par aucun dépôt terrestre. Donc la situation de cette assise calcaire, par rapport aux produits éruptifs, ne peut être expliquée que de deux manières différentes : ou bien elle a été portée à la surface de la mer, après avoir été pincée entre les deux massifs volcaniques qui la limitent; ou bien elle correspond aux bords de la fracture qui a donné passage aux laves. Quelle que soit celle de ces deux suppositions que l'on admette, il reste toujours assuré que l'âge géologique de l'île, constituée comme elle l'est aujourd'hui, correspond à l'époque d'apparition des éruptions volcaniques qu'on y observe. Pour déterminer la date de ces dernières, j'ai dû chercher un point de comparaison dans celles qui se sont accomplies en Nouvelle-Zélande, durant des périodes géologiques bien connues. Pour cette étude si délicate, M. Fouqué a bien voulu me prêter son bienveillant concours, et, par conséquent, les déterminations faites au Collège de France sont exactes. Toutes les laves éocènes, miocènes ou du commencement du pliocène de Nouvelle-Zélande sont absolument différentes de celles de Campbell. Ces dernières renferment de l'anorthite minéral, qu'on ne rencontre dans aucun produit éruptif néo-zélandais remontant aux époques géologiques dont je viens de parler. Elles sont donc beaucoup plus basiques. D'autre part, nous savons que les laves à anorthite n'ont été jusqu'à présent reconnues que dans des formations post-pliocènes, en Irlande, par exemple, ou à Saint-Paul et à la Réunion, comme l'a dernièrement montré M. Velain. Il résulte de cette étude que les calcaires que les éruptions de Campbell ont fait émerger, ou bien qui par leur fracture ont donné passage aux laves, ont été formés durant les temps pliocènes, c'est-à-dire à l'époque pendant laquelle la Nouvelle-Zélande possédait sa dernière grande extension

géographique. Ce n'est donc, au plus, que tout à fait à la fin du pliocène que la terre du Campbell, telle qu'elle est actuellement constituée, a apparu à la surface de la mer.

» J'appellerai, d'autre part, l'attention sur quelques faits contribuant à montrer que l'île Campbell n'a pas été réunie à la Nouvelle-Zélande. Dans toute l'étendue des trois îles constituant cette terre, il existe des Reptiles, des Lacertiens; aucune de leurs espèces ne vit à Campbell. De même, on ne rencontre, dans les dépôts récents de cette île, aucun débris de ces oiseaux gigantesques, de ces Moas, qui peuplaient la Nouvelle-Zélande durant sa dernière grande extension géographique. La quantité de tourbe qui a été remuée à Campbell, par suite de nos différentes installations, a été énorme, et nous n'avons jamais découvert que des débris de Phoques. De même, les restes de ces oiseaux à ailes rudimentaires, atrophiées, qui caractérisent la fauve néo-zélandaise actuelle, tels que les *Apteryx*, les *Stringops*, les *Notornis*, les *Ocydromus*, y font absolument défaut. Je ferai observer, en dernier lieu, qu'il n'y existe aucune espèce d'oiseau terrestre. L'île Campbell semble donc, tant au point de vue géologique qu'au point de vue zoologique, être une terre récente et indépendante. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le caractère physiologique de la contraction tendineuse.* Note de M. J. Guérin. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Bon nombre d'anatomistes et de physiologistes, admettant le fait de la contraction tendineuse, tel que je l'ai établi dans un Mémoire lu devant l'Académie le 3 mars 1856, ont conclu, sans preuves nouvelles, que cette contraction est un phénomène de l'ordre *réflexe*. On écrit partout aujourd'hui : le *réflexe tendineux*, les *réflexes tendineux*, c'est-à-dire une action en retour de la moelle épinière, provoquée par l'excitation directe du tendon, c'est-à-dire des nerfs qui s'y distribuent. Lors de mon premier Mémoire, j'avais explicitement réservé cette question. Je viens aujourd'hui soumettre à l'Académie la solution qu'elle me paraît comporter, et, pour qu'elle en apprécie immédiatement la différence avec celle qui a été proposée ailleurs, je dirai que la contractilité tendineuse est une propriété absolument du même ordre que la contractilité musculaire de la vie de relation, c'est-à-dire que, de même que les muscles de cet ordre se contractent tout à la fois sous l'empire de la volonté et en vertu d'une influence d'une autre

origine, encore indéterminée, les tendons possèdent cette double propriété, et ils la possèdent d'une manière indivise avec les muscles proprement dits.

» Voici mes preuves:

» I. J'ai dès longtemps été conduit à reconnaître que la constitution anatomique du tendon est le résultat nécessaire du tassement des fibres musculaires réunies dans un trajet libre, mais circonscrit, et des tractions incessantes qu'elles y subissaient. Ces deux conditions règlent invariablement l'existence ou l'absence, ainsi que les rapports de forme et de dimension du tendon avec la portion charnue du muscle. Ce fait est une des applications de la loi physiologique : *La fonction fait l'organe.* On a la certitude du bien-fondé et de la signification de ce rapport, par certaines transformations accidentelles des muscles en tendons, et, réciproquement, par le retour de ces tendons passagers à la constitution musculaire. Ainsi, dans les difformités anciennes, produites par la rétraction musculaire, où des muscles et tendons raccourcis sont soumis à des tractions incessantes et exagérées, il est de règle que la portion charnue perd graduellement de sa consistance jusqu'à disparaître parfois tout à fait au profit de la portion tendineuse, laquelle gagne en longueur ce que le muscle a perdu en largeur. Deux exemples de cette métamorphose sont représentés dans deux Planches jointes à ce Mémoire; l'une par le muscle sterno-mastoïdien d'un torticolis ancien, l'autre par ses grand et petit palmaires, d'un sujet atteint d'une rétraction extrême de ces muscles. Dans les deux cas, les muscles, dépouillés de toute fibre musculaire, n'offrent plus que la forme et la consistance de tendons, sur lesquels il est presque impossible de reconnaître le point de départ de cette transformation. La contre-partie de ces deux faits se présente lorsque la ténotomie a restitué au muscle rétracté sa longueur et sa tension normales; après quelques années, si ce n'est après quelques mois, la constitution anatomique de ces muscles est rétablie. Ces faits ont été vérifiés par la Commission du grand prix de Chirurgie de l'Académie des Sciences en 1835.

» Par simple induction, l'on pourrait déjà admettre, à la lumière des transformations pathologiques que nous venons de rappeler, que la partie jouit des propriétés du tout, et qu'une simple modification de texture, dont il est presque impossible de distinguer le point de départ et d'arrivée, ne saurait être une condition d'arrêt brusque de la propriété reconnue à la portion qui la précède ou lui fait suite. Mais ce que l'induction suggère, l'analyse anatomique, l'observation et l'expérimentation le démontrent.

» L'année même où j'avais établi devant l'Académie le fait de la contractilité tendineuse, M. Flourens lui faisait connaître l'existence de la sensi-

bilité des tendons. Quelques mois plus tard, deux anatomistes experts, M. Papenheim en 1861, et M. Sappey en 1866, signalaient dans les cordes tendineuses des nerfs qui ne pouvaient être que des prolongements des nerfs musculaires. Ces observations nouvelles, implicitement contenues dans le fait de la contractilité des tendons, avaient néanmoins le mérite de compléter la démonstration de cette propriété. Cependant elles n'éclairaient en rien ni le caractère physiologique de la sensibilité tendineuse ni les propriétés spéciales des nerfs suivis dans les tendons.

» II. L'homme possède un muscle, le droit antérieur, agent de l'extension de la jambe sur la cuisse. La partie tendineuse de ce muscle, avant son insertion au tibia, est interrompue par un os sésamoïde considérable : la rotule. Or, lorsqu'on exécute volontairement, je dis volontairement, l'extension de la jambe sur la cuisse, la portion tendineuse du muscle, placée entre la rotule et le tibia, participe à la contraction musculaire provoquée par la volonté. Pourrait-on considérer la contraction simultanée de ces deux parties comme d'un ordre différent : l'une comme contraction volontaire, l'autre comme contraction réflexe? Ce qui avait pu être contesté à l'origine, c'était l'existence propre et réelle de la contraction tendineuse, que l'on avait longtemps prise pour un effet de la traction exercée par le muscle. Mais les expériences rapportées dans mon premier Mémoire ont mis fin à cette méprise. Des aiguilles implantées dans la portion tibiale du tendon rotulien ont fait voir que le raccourcissement provoqué par la contraction volontaire simultanément dans le tendon et dans le corps charnu du muscle a lieu dans les deux sens : de bas en haut, aussi bien que de haut en bas. Et s'il pouvait rester encore quelque doute a cet égard, je rappellerais cet autre fait, déjà signalé par moi, à savoir : la contraction de la portion tibiale du tendon rotulien pendant les efforts de redressement volontaire de la jambe sur la cuisse, chez certains sujets atteints de soudure partielle de la rotule au fémur, avec possibilité d'un faible mouvement de flexion de la jambe.

» Les considérations et les expériences qui précèdent, la sensibilité tendineuse de M. Flourens et les nerfs tendineux de MM. Papenheim et Sappey s'accordent donc pour établir que la contractilité tendineuse est susceptible, comme la contraction musculaire, d'obéir à l'impulsion de la volonté.

» III. Mais cette faculté de contraction *volontaire* des tendons n'est pas la seule dont les tendons soient en possession. Déjà, dans mon précédent Mémoire, j'avais signalé, et même mis spécialement en relief, un second mode de contraction, contraction involontaire, sous la dénomination de *contraction de résistance*, en opposition avec la contraction dite *réflexe*.

Cette contractilité tendineuse de *résistance fonctionnelle, involontaire,* diffère donc de la contraction volontaire, et complète les attributs de sa contractilité tendineuse. Pour mettre son existence spéciale hors de doute, il me suffira de rappeler une expérience devenue vulgaire.

» Lorsqu'on est assis, la jambe fléchie à angle droit sur la cuisse, le pied ne touchant pas le sol, il suffit de frapper avec le bord radial de la main la portion tibiale du tendon rotulien. Ce choc provoque instantanément la contraction involontaire de cette partie du tendon, et produit un certain degré d'extension brusque de la jambe sur la cuisse.

» Il me resterait à spécifier le véritable caractère et la véritable origine de la contractilité tendineuse involontaire. Je me borne à déclarer aujourd'hui que, d'après des observations répétées depuis plus de trente ans, je considère les faits de cet ordre comme émanant d'une source et servant à des usages autres que ceux que la science admet et enseigne. »

M. **Bonnafont** donne lecture d'une nouvelle Note concernant les phénomènes nerveux (vertiges, titubation, défaut d'équilibre, etc.), qui sont généralement attribués aux canaux demi-circulaires, et qui peuvent également être produits ou provoqués par la simple pression de la membrane du tympan.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du bitume de Judée pour combattre les maladies de la vigne.* Note de M. **P. de Lafitte.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'extrait inséré aux *Comptes rendus* de la séance du 13 février 1882, page 406, d'une Lettre de M. A. Abric, emprunte une réelle importance de la Communication de M. Dumas qui l'accompagne, et motive une réclamation de priorité qui intéresse M. le comte de Bertou, aujourd'hui décédé, et moi-même dans une certaine mesure.

» Les *Comptes rendus* de la séance du 13 janvier 1879 contiennent une première Note où je dis qu'en 1839, au cours d'un voyage en Palestine, M. de Bertou fut informé par l'évêque de Tyr qu'au moyen âge on avait extrait, de l'asphalte de la mer Morte, l'huile précieuse qui avait sauvé

alors les vignes d'Engaddy, « en les débarrassant d'un ver qui attaquait » les racines des ceps et les faisait tous mourir. »

» Dans les *Comptes rendus* de la séance suivante, on lit :

« .... M. de Bertou transmet un document extrait d'un manuscrit de la Bibliothèque nationale (fonds latin, n° 5129), à la suite d'une chronique de Robert le Moine. »

» Ce manuscrit paraît remonter au XIIe siècle. Voici ce document, qu'on lira aujourd'hui avec intérêt :

« Inter Segor et Jericho, Engadia vocatur regio; unde et vina Engadi..... supra la- » cum Asphaltidis multum alumini multumque katrani legitur.

» ... Catraneum quasi liquor niger et olens ad ungendum camelos, propter delendam » scabiem valde necessarium, *et ad fricandum vites pro expellendis vermibus consom-* » *ptoribus earum* ([1]). »

» J'appelai l'attention sur ces deux Notes, d'abord dans un Opuscule paru en juillet 1879 ([2]), puis dans une conférence faite le 21 août de la même année pour le Conseil général de Lot-et-Garonne, et enfin le 24 septembre suivant au Congrès viticole de Nîmes. J'ajoutais, d'après des lettres de M. de Bertou, que le vignoble d'Engaddy, situé auprès du couvent de Saint-Saba, en dépendait probablement au XIIe siècle; que ce couvent possède une très riche bibliothèque où l'on trouverait peut-être, dans quelque manuscrit dû à la prévoyance d'un ancien moine, d'utiles indications sur les traitements pratiqués au XIIe siècle.

» L'idée que le Phylloxera aurait pu exister anciennement en Palestine fut si énergiquement combattue à Nîmes, sans que j'aie pu répondre, que je crus devoir reprendre la question dans la presse agricole. Je le fis dans le *Journal de l'Agriculture* ([3]). Cette étude, très développée, fut imprimée à part, avant d'avoir paru dans le journal, et je me fis un devoir de la remettre à chacun des membres de la Commission supérieure du Phylloxera, quelques jours avant la session de 1879. C'est en conséquence de cette

---

([1]) « Entre Ségor et Jéricho, il existe une région appelée Engaddy; les vins d'Engaddy viennent de là... sur le lac Asphaltite on recueille beaucoup d'alun et beaucoup de catraneum.

» ... Le catraneum est une espèce de liqueur noire et nauséabonde, très nécessaire pour oindre les chameaux et les guérir de la gale, *ainsi que pour badigeonner les vignes et en ôter les vers qui les épuisent* ».

([2]) *Essai sur la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera*, p. 32.

([3]) Numéros des 15 novembre, 20 décembre 1879 et, spécialement, 10 janvier 1880, p. 68.

Communication qu'un échantillon de bitume de Judée fut demandé au consul de France à Jérusalem par l'intermédiaire de M. de Lesseps.

» Précédemment, j'avais adressé à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce une pétition, avec les documents nécessaires à l'appui, pour le prier de demander à son collègue des Affaires étrangères, au besoin à celui de l'Instruction publique, l'envoi d'une mission en Judée. Au commencement de 1880, à l'arrivée aux Affaires étrangères de M. de Freycinet, je crus pouvoir me permettre de m'adresser à lui directement. C'est uniquement à ces démarches que se rapportent les extraits de la Lettre de M. Abric que je viens de reproduire, comme le prouvent diverses pièces que je transmets à l'Académie.

» J'ajouterai (je l'ai appris depuis) que le vignoble d'Engaddy n'existe plus; que la contrée est aujourd'hui déserte; que la bibliothèque admirée par le savant voyageur de 1839 est dispersée : les plus précieux manuscrits qu'elle possédait ont été cédés à la Russie et enrichissent aujourd'hui les bibliothèques de Saint-Pétersbourg et de Moscou. La crainte d'être importun m'a seule empêché de demander la continuation, en Russie, des recherches commencées en Palestine.

» Ainsi, les deux Notes de M. le comte de Bertou sont le point de départ de tout ce qui a été fait dans cette voie; et si nous parvenons à nous servir utilement du bitume de Judée contre le Phylloxera, le nom de M. de Bertou ne devra pas être oublié. »

M. X. Antomari adresse une Note sur une relation entre les distances d'un foyer d'une conique à quatre points ou à quatre tangentes.

(Renvoi à l'examen de M. Bouquet.)

M. E. Bourse adresse la description et le dessin d'un nouveau système de boussole.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. E. Maumené adresse, pour prendre date, une Note destinée à confirmer les premières expériences dont il avait entretenu l'Académie, en janvier 1870 (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 147), sur la production des deux composés H^2Az et HAz.

« Ces deux corps, le premier surtout, dit M. Maumené, étaient admis par tous les chimistes depuis plus de cinquante ans, sans avoir été jamais

isolés. Ma théorie générale m'a donné le moyen de faire cesser cette importante irrégularité. Je puis offrir aujourd'hui la preuve incontestable de l'existence individuelle de H^2Az, de son alcalinité décidée, par rapport aux couleurs actives et aux acides, avec lesquels il forme des sels magnifiquement cristallisables.

» Je continuerai cette étude et lui donnerai les développements que mérite son importance. Je ferai pour HAz ce que j'ai commencé pour lui comme pour H^2Az.

» L'Académie me permettra-t-elle de constater que, sans ma théorie, la recherche que j'ai l'honneur de lui soumettre demeurerait impossible, ou au moins bien difficile. »

(Commissaires : MM. Chevreul, Cahours.)

M. V. Poulet adresse une Note signalant la présence de l'acide hippurique dans le suc gastrique de divers animaux.

(Renvoi à l'examen de M. Wurtz.)

M. Nicaud, Mme Dézigaux adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Galerne adresse une Note relative à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. G. Cabanellas demande que le titre de sa précédente Communication soit rectifié comme il suit : « Les machines dynamo-électriques, purement électriques, à courant continu, peuvent-elles exister? »

CORRESPONDANCE.

M. C. Sappey prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète g = VIII 1881 et des planètes* (221) *et* (222), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan.** Communiquées par M. Mouchez.

	Dates.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✱☄ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ✱☄ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
✱☄	1881. Nov. 27.	*a*	9	m s — 2.31,35	$\bar{1}$,810	— 0′.22″,6	$\bar{1}$,412
	Déc. 1.	*b*	»	— 0.57,76	$\bar{1}$,461	— 1.22,3	$0{,}911_n$
	11.	*c*	9	— 0.57,10	$\bar{1}$,233	+ 0. 4,8	0,110
	11.	*d*	8	— 0. 5,96	$\bar{1}$,668	— 1.34,8	0,513
	18.	*e*	7	+ 0.12,44	$\bar{1}$,390	+ 3.24,5	0,431
	19.	*f*	8	— 2.11,43	$\bar{1}$,460	+ 5. 7,6	0,442
	20.	*g*	11	+ 0. 2,67	$\bar{1}$,800	— 0.39,8	$\bar{1}$,413
	21.	*h*	8,5	— 3. 6,13	$\bar{1}$,376	— 6.50,8	0,486
	23.	*i*	9,5	+ 0. 8,71	$\bar{1}$,328	+ 2.16,8	0,506
	1882. Janv. 7.	*j*	9,5	— 1.18,46	$\bar{1}$,417	— 1. 3,1	0,669
	9.	*k*	9	+ 0.12,49	$\bar{1}$,485	— 3.56,4	0,695
(221)	Fév. 19.	*l*	9	»	»	— 4.19,7	0,726
	22.	*m*	8	+ 3. 2,14	$\bar{2}$,916	— 0.40,7	0,696
	23.	*m*	8	+ 2.18,06	$\bar{2}$,813	+ 5.39,1	0,694
(222)	Fév. 15.	*n*	9,5	— 2.21,78	$\bar{2}$,853	+ 4.47,6	0,704
	22.	*o*	6	— 0. 7,81	$\bar{1}$,315	+10.43,0	0,713
	23.	*p*	8	— 2.40,04	$\bar{1}$,308	+ 2.40,8	0,712

Positions des étoiles de comparaison.

Les positions moyennes sont celles de 1881,0 pour les observations faites en 1881,
» 1882,0 » 1882.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
Nov. 27.	*a*, BD Zone 56, n° 60..	h m s 0.20.58,61	s + 5,69	+60°.44′. 3″,3	+ 41″,1
Déc. 1.	*b*, Anonyme..........	0. 2.14,93	+ 4,89	54.25.52,8	+ 41,7
11.	*c*, BD Zone 41, n° 4872.	23.43.36,36	+ 4,15	41.38.45,9	+ 40,0
11.	*d*, 6186 Radcliffe I....	23.42.37,02	+ 4,13	41.31.57,4	+ 40,0
18.	*e*, BD Z. +33, n° 4763.	23.37.10,84	+ 3,92	34. 5.22,4	+ 37,8
19.	*f*, 46546 Lalande......	23.39. 9,65	+ 3,92	33. 7.31,2	+ 37,4
20.	*g*, Anonyme..........	23.36.43,55	+ 3,88	32.20. 5,0	+ 37,1
21.	*h*, BD. Z. 31, n° 4965..	23.39.24,30	+ 3,88	31.31.50,9	+ 36,8
23.	*i*, » 29, n° 4978..	23.35.42,78	+ 3,82	29.42.38,3	+ 36,1
1882. Janv. 7.	*j*, » 20, n° 5365..	23.38.33,34	+ 0,64	20.11.34,9	+ 11,6
9.	*k*, » 19, n° 5143..	23.37.38,65	+ 0,61	19.17.28,7	+ 11,1

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Fév. 19.	*l*, 1046 Weisse H. IX..	9.50.13,69	+ 2,80	14.23.51,3	— 16,7
22.	*m*, 929 » ...	9.44.25,95	+ 2,82	14.40.13,8	— 16,5
23.	*m*, » » ..	9.44.25,95	+ 2,82	14.40.13,8	— 16,5
15.	*n*, BD. Z. 13, n° 2249.	10.18. 8,89	+ 2,74	13.51.45,9	— 17,4
22.	*o*, 37 Lion..........	10.10.20,64	+ 2,81	14.18.57,7	— 17,3
23.	*p*, 170 Weisse H. X...	10.12. 6,20	+ 2,80	14.31.23,4	— 17,3

Positions apparentes de la comète et des planètes.

	Dates.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
*●..	1881. Nov. 27.	11.27. 6	0.18.32,95	+60.44.21,8	21 : 28	B. D.
	Déc. 1.	17.34. 5	0. 1.22,06	54.25.12,2	5 : 5	(1)
	11.	7.36.49	23.42.43,41	41.39.30,7	4 : 4	B. D.
	11.	10.34.30	23.42.35,19	41.31. 2,6	14 : 10	Radcliffe I.
	18.	7.53. 8	23.37.27,20	39. 9.24,7	24 : 24	2 obs. *Leyde*, t. IV.
	19.	7.41.18	23.37. 2,14	13.13.16,2	21 : 28	1 obs. *Leyde*, t. IV.
	20.	6.39.30	23.36.50,10	32.20. 2,3	10 : 15	(2)
	21.	7.40. 8	23.36.22,05	31.25.36,9	27 : 36	2 obs. *Leyde*, t. IV.
	23.	7.19.37	23.35.55,31	29.45.31,2	24 : 25	B. D.
	1882. Janv. 7.	7. 4.53	23.37.15,52	20.10.43,4	24 : 32	B. D.
	9.	7.32. 9	23.37.51,75	19.13.43,4	20 : 30	B. D.
(221)....	1882. Fév. 19.	9. 9.50	»	14.19.14,9	0 : 12	Weisse I.
	22.	12.23.41	9.47.30,91	14.39.16,6	14 : 19	»
	23.	12. 8.54	9.46.46,83	14.45.36,4	18 : 24	»
(222)....	1882. Fév. 15.	13.13. 3	10.15.49,85	13.56.16,1	12 : 8	B. D.
	22.	14. 2.40	10.10.15,64	14.29.23,4	10 : 10	*Seven Years Cat.*
	23.	13.55.35	10. 9.28,96	14.33.46,9	18 : 24	Weisse I.

(1) Étoile anonyme, rapportée à 26359 Arg.

(2) Étoile anonyme, rapportée à B. D. Zone + 32, n° 4696.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Palisa (221), faites à l'Observatoire de Marseille*; par M. BORRELLY.

Dates. 1881.	Heures des observations. (Temps moyen de Marseille.)	Ascension droite de (221).	Distance polaire de (221).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Janv. 21......	10.31.31	10.10. 2,97	78.45.28,5	—1,552	—0,7184	*a*
23......	10. 4.15	10. 8.56,74	78.34.21,1	—1,576	—0,7240	*a*
24......	9.29.27	10. 8.22,93	78.28.15,0	—1,606	—0,7367	*a*
25......	9.39.33	10. 7.46,84	78.22.47,0	—1,593	—0,7293	*a*
26......	9.50. 1	10. 7.10,49	78.16.37,6	—1,577	—0,7227	*b*
28......	9.28.46	10. 5.55,73	78. 4.43,6	—1,581	—0,7264	*b*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1881,0.

Étoiles.	Nom des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
a	91 Weisse (*a. c.*) H. X..........	$10^h 7^m 33^s,42$	78°34′27″,7	Cat. W.
b	76 Weisse (*a. c.*) H, X..........	$10^h 7^m 8^s,70$	78° 4′35″,5	Cat. W.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les différentielles successives des fonctions de plusieurs variables et sur une propriété des fonctions algébriques.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans une Communication du 26 décembre 1881, j'ai montré que toutes les fonctions de μ variables pour lesquelles la différentielle d'ordre $n+1$ est exactement divisible par celle d'ordre n appartiennent à trois formes différentes que j'ai déterminées. Il reste à établir que la remarque de M. Hermite, qui a servi de point de départ à mon travail, conduit à une propriété générale des fonctions algébriques.

» Considérons une fonction z définie par une équation algébrique

$$f(z, x_1, \ldots, x_\mu) = 0 \tag{1}$$

que, pour plus de netteté, je supposerai du degré m aussi bien par rapport à z que par rapport à l'ensemble des variables. Différentions $m+1$ fois l'équation précédente, en regardant $dx_1, \ldots, dx_\mu$ comme des constantes; nous obtiendrons une certaine équation de la forme

$$\frac{\partial f}{\partial r} d^{m+1} z + \mathrm{P} = 0,$$

où P sera une somme de termes tels que le suivant

$$a z^{\beta} x_1^{\alpha_1} \ldots x_\mu^{\alpha_\mu} (dx_1)^{\alpha'_1} \ldots (dx_\mu)^{\alpha'_\mu} (dz)^{\beta_1} (d^2 z)^{\beta_2} \ldots (d_m z)^{\beta_m},$$

les exposants α, β étant assujettis aux deux conditions

$$\beta + \Sigma\alpha_i + \Sigma\alpha'_i + \Sigma\beta_i \overline{\overline{<}} m,$$
$$\Sigma\alpha'_i + \Sigma i\beta_i = m + 1,$$

d'où l'on déduit

$$\beta_2 + 2\beta_3 + \ldots + (m-1)\beta_m \overline{\overline{>}} 1 + \beta + \Sigma\alpha_i.$$

Par conséquent, chacun des termes de P contiendra en facteur l'une des différentielles $d^2 z, d^3 z, \ldots, d^m z$, et l'on peut écrire

$$(2) \qquad d^{m+1} z = A_1 d^m z + \ldots + A_{m-1} d^2 z.$$

Cette équation pourra même, en général, être obtenue de plusieurs manières différentes. Si P, par exemple, contient dans un de ses termes le produit $d^i z d^k z$, ce terme pourra être placé arbitrairement avec ceux qui contiennent $d^i z$ en facteur, ou avec ceux qui contiennent $d^k z$.

» Si maintenant on remplace, dans les fonctions A_i, les différentielles de z par leurs valeurs, A_i devient un polynôme homogène d'ordre i par rapport aux différentielles des variables indépendantes. Ainsi écrite, l'équation (2) exprime la propriété que je voulais obtenir. Dans le cas où $m = 2$, elle se réduit bien à l'équation

$$(3) \qquad d^3 z = A d^2 z$$

signalée par M. Hermite. Il est clair d'ailleurs que, par la différentiation, elle conduit à des relations de la forme

$$d^{m+p} z = A_1^p d^m z + \ldots + A_{m-1}^p d^2 z,$$

où A_i^p est un polynôme d'ordre $p + i - 1$ par rapport aux différentielles des variables indépendantes.

» Il est bon de remarquer toutefois que l'équation (2) n'exprime une propriété de la fonction z que si le nombre des variables dépasse une certaine limite dépendante de m. Par exemple, l'équation (3) n'exprime aucune propriété de z si z dépend d'une seule variable. D'une manière générale, l'équation (2) permet de déterminer toutes les dérivées d'ordre $m+1$ de z, dont je désignerai le nombre par $N(m+1, \mu)$ en fonction des coefficients des polynômes A_i et des dérivées d'ordre inférieur. Elle équivaut

donc à $N(m+1, \mu)$ équations. D'autre part, soit $\varphi(m, \mu)$ [1] le nombre des coefficients réellement distincts entrant dans les polynômes A_i.

» Pour que les diverses relations comprises dans l'équation (2) conduisent, par l'élimination des coefficients arbitraires, à des équations aux dérivées partielles auxquelles satisfera la fonction z, il faudra que l'on ait

$$N(m+1, \mu) > \varphi(m, \mu).$$

Ainsi, pour chaque degré m, le nombre μ des variables devra être supérieur à une certaine limite qui, on le reconnaît aisément, est inférieure à m. Autrement, l'équation (2) pourrait toujours être satisfaite par un choix convenable des coefficients qui entrent dans les polynômes A_i.

» Mais on peut, en généralisant les propositions que l'on connaît relativement aux fonctions algébriques d'une variable, obtenir les théorèmes suivants :

» *Il existera toujours, entre la fonction z et m de ses dérivées, ou entre $m+1$ dérivées de z, une relation linéaire et homogène, dont les coefficients seront des fonctions rationnelles des variables indépendantes.*

» *Si toutes les dérivées considérées sont du second ordre au moins, la relation a lieu entre m dérivées seulement.*

» J'ajoute qu'il est toujours possible de choisir, dans cet ensemble de relations, un certain nombre d'entre elles dont toutes les autres se déduisent par différentiation et élimination, et dont la solution commune se compose uniquement des diverses branches de la fonction z.

» Ces propositions sont analogues à celles que l'on emploie dans la théorie des équations linéaires, et elles se démontrent d'après les mêmes principes. Comme elles n'ont que des rapports éloignés avec la question que je m'étais proposée, je me contenterai des indications précédentes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations différentielles par les séries.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Cauchy a démontré depuis longtemps que, si l'on a un ensemble d'équations différentielles simultanées telles que

$$\frac{dy}{dx} = f_1(x, y, z, t), \quad \frac{dz}{dy} = f_2(x, y, z, t), \quad \frac{dt}{dx} = f_3(x, y, z, t),$$

---

[1] $\varphi(m, \mu)$ est une fonction numérique intéressante dont je réserve l'étude pour mon travail développé.

les intégrales peuvent se développer en séries convergentes ordonnées suivant les puissances de $x - x_0$, x_0 étant la valeur initiale de la variable x. Malheureusement ces séries ne restent convergentes que pour les petites valeurs de $x - x_0$; aussi, dans la plupart des applications, dans le calcul des perturbations, par exemple, leur a-t-on préféré d'autres séries et en particulier des séries trigonométriques.

» J'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à rechercher si l'on ne peut pas intégrer les équations différentielles par des séries qui restent convergentes pour toutes les valeurs *réelles* de la variable. Voici comment on peut procéder. On peut ramener un système quelconque de relations algébriques entre un nombre égal de fonctions d'une seule variable indépendante et les dérivées de ces fonctions à la forme suivante :

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n},$$

où $X_1, X_2, \ldots, X_n$ sont des polynômes entiers en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. J'introduis une variable auxiliaire s définie par l'équation différentielle

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n} = \frac{ds}{X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_n^2 + 1}.$$

» Je démontre qu'on peut toujours trouver un nombre α tel que x_1, $x_2, \ldots, x_n$ puissent s'exprimer par des séries ordonnées suivant les puissances de

$$\frac{e^{\alpha s} - 1}{e^{\alpha s} + 1}$$

et convergentes pour toutes les valeurs réelles de s. Les coefficients sont des fonctions rationnelles de α, des coefficients des polynômes X et des valeurs initiales des variables.

» Cette formule permet de calculer $x_1, x_2, \ldots, x_n$, tant que ces quantités restent réelles et ne prennent pas des valeurs qui annulent à la fois $X_1, X_2, \ldots, X_n$. Si, par exemple, on voulait l'appliquer aux équations de la Mécanique céleste, les séries resteraient convergentes pour toutes les valeurs réelles du temps.

» Je n'ai voulu donner qu'un exemple, montrant qu'il était possible d'intégrer une équation différentielle quelconque par des séries toujours convergentes pour des valeurs réelles de la variable; mais ce problème comporte une infinité de solutions, et dans chaque cas particulier il y aurait lieu de rechercher quelle serait la plus avantageuse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines fonctions uniformes de deux variables indépendantes et sur un groupe de substitutions linéaires.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« La théorie des fonctions elliptiques a donné le premier exemple d'une fonction uniforme d'une variable ne changeant pas pour un groupe d'une infinité de substitutions linéaires faites sur cette variable : je veux parler de la fonction modulaire, c'est-à-dire du module considéré comme fonction du rapport des périodes.

» On pourrait croire, au premier abord, que la théorie des fonctions abéliennes est susceptible, d'une manière générale, de conduire pareillement à des fonctions de plusieurs variables, entièrement analogues aux fonctions modulaires; on reconnaît facilement qu'il n'en est rien. Prend-on, par exemple, les fonctions abéliennes du premier genre : elles conduisent à un système de trois modules, fonctions de trois variables indépendantes, dont les propriétés ont été étudiées par M. Hermite dans ses belles recherches sur la transformation des fonctions abéliennes (*Comptes rendus*, 1855). Ces fonctions se reproduisent pour un groupe d'une infinité de substitutions faites sur les variables; mais ici ces substitutions ne sont plus linéaires. Ainsi donc, laissant nécessairement de côté le cas de deux variables, on passe immédiatement à des fonctions de trois variables, et la forme linéaire des substitutions a disparu. Je me suis, depuis longtemps, proposé le problème de la recherche de fonctions de deux variables qui puissent être considérées comme les analogues des fonctions elliptiques modulaires; j'espère en avoir trouvé une solution en étudiant un cas particulier des fonctions abéliennes du second genre (pour lesquelles $p = 3$). Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 21 novembre 1881), j'ai considéré la relation algébrique $z^3 = t(t-1)(t-x)(t-y)$. Ayant pris les trois intégrales de première espèce

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \Omega &= \int_{t_0}^{t} t^{-\frac{2}{3}}(t-1)^{-\frac{2}{3}}(t-x)^{-\frac{2}{3}}(t-y)^{-\frac{2}{3}}dt,\\ \mathrm{U} &= \int_{t_0}^{t} t^{+\frac{1}{3}}(t-1)^{-\frac{2}{3}}(t-x)^{-\frac{2}{3}}(t-y)^{-\frac{2}{3}}dt,\\ \mathrm{W} &= \int_{t_0}^{t} t^{-\frac{1}{3}}(t-1)^{-\frac{1}{3}}(t-x)^{-\frac{1}{3}}(t-y)^{-\frac{1}{3}}dt, \end{aligned}\right.$$

j'ai montré que les périodes de la dernière de ces intégrales, considérées comme fonctions de x et y, satisfont à un système de deux équations linéaires simultanées aux dérivées partielles, ayant trois solutions communes linéairement indépendantes. En désignant par A_1, A_2, A_3 de telles solutions et posant $\frac{A_3}{A_1} = u$, $\frac{A_2}{A_1} = v$, les valeurs de x et y résultant de cette inversion sont racines d'équations algébriques dont les coefficients sont précisément les fonctions uniformes cherchées de u et v. Ces fonctions ne sont déterminées que pour des valeurs de u et v satisfaisant à une certaine inégalité; c'est cette relation, ainsi que le groupe des substitutions linéaires laissant ces fonctions invariables, que je me propose d'indiquer maintenant.

» Désignons donc par A_1, A_2 et A_3 trois périodes convenablement choisies de l'intégrale W, et soient a_1, a_2, a_3 et b_1, b_2, b_3 les périodes correspondantes de Ω et U. Le tableau des périodes des intégrales (1) pourra se mettre sous la forme

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & -\lambda^2 a_1 & \lambda^2 a_2 & \lambda^2 a_3 & a_2 \\ b_1 & b_3 & -\lambda^2 b_1 & \lambda^2 b_2 & \lambda^2 b_3 & b_2 \\ A_1 & A_3 & -\lambda A_1 & \lambda A_2 & \lambda A_3 & A_2 \end{vmatrix},$$

où λ représente la racine cubique de l'unité $\frac{-1+i\sqrt{3}}{2}$.

» Et l'on a les deux relations

$$(2) \qquad a_1 A_2 + a_2 A_1 + a_3 A_3 = 0, \quad b_1 A_2 + b_2 A_1 + b_3 A_3 = 0.$$

» Si des intégrales (1) nous passons aux intégrales abéliennes normales, nous trouvons, en faisant usage des relations (2), le tableau suivant de périodes :

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & -\lambda^2 & u & \lambda^2 u \\ 0 & 1 & 0 & u & -\frac{\lambda}{1-\lambda^2}u^2 - \frac{2i\sqrt{3}}{3}v & -\frac{1}{1-\lambda^2}u^2 + \frac{i\sqrt{3}}{3}v \\ 0 & 0 & 1 & \lambda^2 u & -\frac{1}{1-\lambda^2}u^2 + \frac{i\sqrt{3}}{3}v & -\frac{\lambda^2}{1-\lambda^2}u^2 - \frac{2i\sqrt{3}}{3}v \end{vmatrix}.$$

» Faisons abstraction des trois premières colonnes, et désignons par $\alpha_{gh}(g, h = 1, 2, 3)$ le coefficient de i dans le terme donné par l'intersection de la ligne de rang g et de la colonne de rang h; on sait que la forme quadratique $\Sigma m_g m_h \alpha_{gh}$ doit être définie et positive. Les conditions pour qu'il

en soit ainsi se réduisent à une seule dans le cas actuel; on trouve, en posant $u = u' + iu''$, $v = v' + iv''$,

$$(3) \qquad 2v' + u'^2 + u''^2 < 0.$$

Les fonctions uniformes qui nous occupent ne sont donc définies que pour des valeurs des variables u et v satisfaisant à l'inégalité précédente.

» Passons aux résultats relatifs à la recherche du groupe des substitutions par lesquelles les fonctions considérées restent invariables. On peut remplacer A_1, A_2, A_3 respectivement par les périodes

$$\begin{aligned}
&(m_1 + n_1\lambda)A_1 + (p_1 + q_1\lambda)A_2 + (r_1 + s_1\lambda)A_3,\\
&(m_2 + n_2\lambda)A_1 + (p_2 + q_2\lambda)A_2 + (r_2 + s_2\lambda)A_3,\\
&(m_3 + n_3\lambda)A_1 + (p_3 + q_3\lambda)A_2 + (r_3 + s_3\lambda)A_3,
\end{aligned}$$

les dix-huit nombres (m, n, p, q, r, s) étant des entiers. La nécessité de l'équivalence des nouvelles périodes et la considération des relations (2) montrent que ces dix-huit entiers satisfont aux neuf relations

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned}
&2r_1r_2 + 2s_1s_2 - s_1r_2 - r_1s_2 + r_3^2 - r_3s_3 + s_3^2 = 1,\\
&m_1p_2 + m_2p_1 + n_1q_2 + n_2q_1 - m_1q_2 - m_2q_1 + m_3p_3 + n_3q_3 - m_3q_3 = 1,\\
&2m_1m_2 + 2n_1n_2 - n_1m_2 - n_2m_1 + m_3^2 - m_3n_3 + n_3^2 = 0,\\
&2p_1p_2 + 2q_1q_2 - q_1p_2 - q_2p_1 + p_3^2 - p_3q_3 + q_3^2 = 0,\\
&n_1p_2 + n_2p_1 - m_1q_2 - m_2q_1 + n_3p_3 - m_3q_3 = 0,\\
&m_1r_2 + m_2r_1 + n_1s_2 + n_2s_1 - m_1s_2 - m_2s_1 + n_3r_3 - m_3s_3 = 0,\\
&n_1r_2 + n_2r_1 - m_1s_2 - m_2s_1 + n_3r_3 - m_3s_3 = 0,\\
&p_1r_2 + p_2r_1 + q_1s_2 + q_2s_1 - p_1s_2 - p_2s_1 + p_3r_3 + q_3s_3 - p_3s_3 = 0,\\
&q_1r_2 + q_2r_1 - p_1s_2 - p_2s_1 + q_3r_3 - p_3s_3 = 0.
\end{aligned}\right.$$

Par suite, les fonctions ne changent pas quand on remplace u et v respectivement par

$$\frac{m_3 + n_3\lambda + (p_3 + q_3\lambda)v + (r_3 + s_3\lambda)u}{m_1 + n_1\lambda + (p_1 + q_1\lambda)v + (r_1 + s_1\lambda)u}, \quad \frac{m_2 + n_2\lambda + (p_2 + q_2\lambda)v + (r_2 + s_2\lambda)u}{m_1 + n_1\lambda + (p_1 + q_1\lambda)v + (r_1 + s_1\lambda)u},$$

les dix-huit entiers réels (m, n, p, q, r, s) satisfaisant aux relations (4).

» L'ensemble des substitutions précédentes forme bien un groupe; c'est ce qui résulte du théorème suivant, plus général, qui nous sera utile dans la suite :

» *Soit une première substitution* (m, n, p, q, r, s) *dont les coefficients satis-*

font aux relations (4), *modifiées seulement en mettant k au lieu de l'unité dans le second membre des deux premières; soit de même* (m', n', p', q', r', s') *une seconde substitution correspondant à une autre valeur* k'; *le produit de ces deux substitutions sera une nouvelle substitution satisfaisant aux relations* (4), *avec le produit* kk' *comme second membre dans les deux premières équations.*

» Divers problèmes d'Algèbre, relatifs au groupe que nous venons de définir, se posent maintenant : ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une autre Communication. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des microzymas gastriques et de leur pouvoir digestif.* Lettre de M. **Béchamp** à M. le Secrétaire perpétuel.

« A l'occasion de recherches sur le suc gastrique de chien, dont j'ai donné un aperçu dans un Mémoire sur les matières albuminoïdes, j'ai cherché à isoler les microzymas gastriques qui accompagnent nécessairement le suc que l'on obtient par fistules gastriques artificielles. Ils restent sur le filtre, avec des débris de cellules des glandes dites pepsiques. Par un traitement à l'éther, qui les prive des corps gras, et avec quelques soins, il est assez facile de les isoler. Au microscope, ils apparaissent sous la forme de fines granulations mobiles, brillantes, peut-être un peu plus volumineuses que les microzymas pancréatiques. Après un lavage suffisant à l'eau phéniquée, ils ne rougissent pas le papier de tournesol. Voici les résultats des expériences auxquelles je les ai soumis.

» *Action des microzymas gastriques sur la fécule.* — $0^{gr},6$ de ces microzymas en pâte fluidifient 50^{gr} d'empois dans l'espace de vingt-quatre heures, à la température de 40°, sans qu'il se produise ni glucose, ni dextrine, ce que démontre le pouvoir rotatoire de la fécule soluble produite :

$$\alpha_j = 9^\circ,21 \swarrow, \quad l = 2, \quad v = 20^{cc},$$
$$p = 0^{gr},218 \text{ (cendres, 0,005)}, \quad [\alpha]_j = 211^\circ,2 \swarrow.$$

D'ailleurs la solution se colore en bleu pur par l'iode.

» Si la réaction dure plus longtemps, le mélange devient acide, et les microzymas produisent des chapelets de grains et des bactéries grêles.

» Dans les mêmes circonstances, les microzymas pancréatiques de bœuf saccharifient très rapidement l'empois de fécule.

» *Action sur le sucre de canne.* — La même quantité de ces microzymas, mis avec 20^{cc} d'eau sucrée contenant 5^{gr} de sucre et créosotée, n'agit pas.

Après quarante-huit heures, à 40°, on retrouve le sucre avec son pouvoir rotatoire :

$$\alpha_j = 25^\circ{,}1 \nearrow, \quad l = 2, \quad v = 2^{cc},$$
$$p = 0{,}35 \text{ (cendres, } 0{,}0005), \quad [\alpha]_j = 71^\circ{,}7 \nearrow.$$

D'ailleurs le réactif cupropotassique n'en était pas réduit. Les microzymas n'ont pas évolué; ils sont restés simples; à peine en voit-on quelques-uns accouplés en 8 de chiffre.

» *Action sur la fibrine.* — Dans l'eau pure, leur action est nulle sur la fibrine. L'activité des microzymas gastriques se manifeste, au contraire, énergiquement dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique au titre du suc gastrique. Gros comme une forte noix de fibrine très blanche de bœuf se dissout rapidement par $0^{gr},6$ de microzymas gastriques en pâte dans 40^{cc} d'eau acidulée par $0^{gr},018$ d'acide chlorhydrique : après dix minutes, le mélange est pâteux, liquide une heure après et complètement liquéfié après trois heures. On a laissé réagir pendant vingt-quatre heures à la même température de 35 à 40°. Les microzymas étaient complètement déposés; au microscope on n'y découvre pas trace de bactéries. La solution filtre incolore et limpide. J'en ai pris le pouvoir rotatoire :

$$\alpha_j = 6^\circ{,}94 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 5^{cc},$$
$$p = 0^{gr}{,}252 \text{ (cendres, } 0{,}001), \quad [\alpha]_j = 68^\circ{,}8 \nwarrow.$$

» Dans une expérience où la quantité de microzymas était plus grande, de même que la durée de l'action, le pouvoir rotatoire a diminué :

$$\alpha_j = 4^\circ \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 5^{cc},$$
$$p = 0^{gr}{,}185 \text{ (cendres, } 0^{gr}{,}006), \quad [\alpha]_j = 54^\circ \nwarrow.$$

» Le suc gastrique de chien produit des phénomènes identiques. Je me suis assuré, par des expériences comparatives, que l'acide chlorhydrique, au même titre, ne produit rien de semblable avec la fibrine.

» *Action sur la caséine.* — 5^{gr} de caséine sèche et pure, réduite en poudre fine, sont broyés avec 3^{gr} de microzymas gastriques en pâte (contenant $0^{gr},5$ de matière sèche) et le mélange délayé dans 90^{cc} d'acide chlorhydrique au centième d'acide fumant. On a laissé réagir pendant cinquante-deux heures à 35°-40°. Tout n'est pas dissous. Le pouvoir rotatoire du produit digéré, très limpide, est le suivant :

$$\alpha_j = 6^\circ{,}12 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 5^{cc},$$
$$p = 0^{gr}{,}152 \text{ (cendres, } 0{,}0015), \quad [\alpha]_j = 100^\circ{,}6 \nwarrow.$$

» Il y avait $3^{gr},04$ de matière en solution.

» Les microzymas gastriques n'épuisent pas leur activité par une première action. Le mélange insoluble de l'expérience précédente a été remis, avec $5^{gr},4$ de caséine, dans les mêmes conditions d'acidité et de température. Après quarante-huit heures, on a filtré et trouvé :

$$\alpha_j = 7^\circ,44 \searrow, \quad l = 2, \quad v = 5^{cc},$$
$$p = 0^{gr},179 \text{ (cendres, 0,02)} \quad [\alpha]_j = 103^\circ,8 \searrow.$$

» Il y a $3^{gr},22$ de matière dissoute.

» Après leur action sur la fibrine, les microzymas gastriques agissent aussi énergiquement sur la caséine.

» Il est utile de remarquer que le suc gastrique du chien ne dissout pas non plus toute la caséine; la partie inattaquée est une substance nouvelle. Comme le suc gastrique, les microzymas de même origine opèrent donc un dédoublement de la caséine; et la partie dissoute est si bien une matière digérée, que la solution ne précipite pas par l'acide nitrique ni par l'ammoniaque, et ne coagule pas par la chaleur. Je me suis assuré que l'action prolongée de l'acide chlorhydrique, au même titre, ne modifiait pas la caséine. L'ammoniaque reprécipite la caséine intacte, avec son pouvoir rotatoire initial. J'ajoute que, dans moins de vingt-quatre heures, les microzymas ont produit leur effet.

» *Action sur la primovalbumine.* — Une solution de cette substance, dont le pouvoir rotatoire était $[\alpha]_j = 33^\circ,7 \searrow$, a été mise en réaction avec des microzymas gastriques bien lavés. Dans 28^{cc} de solution, il y avait $1^{gr},6$ de cette albumine et $1^{gr},2$ de microzymas gastriques humides. Après vingt-quatre heures d'action à 35°-40° la matière n'était pas modifiée. J'ai déterminé de nouveau son pouvoir rotatoire et trouvé :

$$\alpha_j = 3^\circ,5 \searrow, \quad l = 2, \quad v = 2^{cc},$$
$$p = 0,11 \text{ (cendres, 0,0005)}, \quad [\alpha]_j = 31^\circ,8 \searrow.$$

» Le reste a été acidulé par l'acide chlorhydrique au titre du suc gastrique. Vingt-quatre heures après, à 35-40°, j'ai trouvé :

$$\alpha_j = 4^\circ \searrow, \quad l = 2, \quad v = 5,$$
$$p = 0,225 \text{ (cendres, 0,002)}, \quad [\alpha]_j = 44^\circ,4 \searrow.$$

» L'albumine était transformée; une analyse du produit y fit découvrir deux substances douées de pouvoirs rotatoires inégaux : l'une précipitable par l'alcool, l'autre soluble dans ce véhicule.

» L'expérience démontre donc que les microzymas gastriques n'agissent pas sur les matières albuminoïdes dans une matière neutre : on sait qu'il en est de même de la pepsine. On doit donc considérer celle-ci comme étant produite par ceux-là, de même que la pancréazymase est formée par les microzymas pancréatiques.

» La propriété des microzymas gastriques d'agir dans un milieu acide les distingue des microzymas pancréatiques. En effet, ces derniers n'agissent bien que dans les milieux neutres ou légèrement alcalins. Cependant ils opèrent également la digestion de la fibrine dans un milieu faiblement acidulé par l'acide chlorhydrique, mais leur activité est suspendue dans une liqueur plus acide que le suc gastrique. Toutefois, ce qui distingue surtout les microzymas pancréatiques, qu'ils agissent dans des liqueurs neutres ou très légèrement acides, c'est la production de composés du dédoublement cristallisable (leucine, tyrosine, etc.), lesquels n'accompagnent jamais les digestions par les microzymas ou le suc gastrique. »

MÉDECINE. — *Observations nouvelles de mort apparente de nouveau-nés, traitée avec succès par un bain à 50°.* Note de M. **Campardon**, présentée par M. Larrey.

« Une Note de M. le Dr Goyard, insérée aux *Comptes rendus* du 10 janvier 1881, affirme, avec preuves à l'appui, que le meilleur moyen de ramener à la vie les nouveau-nés en état de mort apparente est de les plonger dans un bain à 50°. L'emploi de ce procédé avait été suggéré par un travail du Dr Gustave Le Bon, publié également dans les *Comptes rendus*, en 1872.

» Je viens communiquer à l'Académie deux observations dans lesquelles j'ai pu, par ce même procédé, ramener à la vie deux enfants qui se trouvaient dans une situation désespérée.

« Dans la première de mes observations, il s'agissait d'un enfant venu au monde en état de mort apparente, sur lequel les frictions, l'insufflation pulmonaire, etc., avaient été inutilement essayées, et que je considérais comme perdu. Les recherches du Dr Gustave Le Bon m'étant revenues à l'esprit, je plongeai l'enfant dans de l'eau chaude à 45° C. En moins de quinze secondes, il était revenu à la vie.

» Enhardi par ce succès, j'appliquai le même procédé à un enfant d'une quinzaine de jours qui, après avoir dépéri graduellement, était tombé en état de mort apparente. La figure était déjà cyanosée, et les battements du cœur imperceptibles à l'auscultation. Les soins donnés par un de nos confrères et moi avaient été inutiles. L'enfant ayant été placé

dans le bain chaud, j'assistai en quelques secondes à une véritable résurrection. Le malade étant retombé le lendemain dans le même état, la même opération fut répétée, et aujourd'hui il se trouve en parfaite santé. »

» Dans un nouveau travail ([1]) sur la même question, le Dr G. Le Bon a eu soin de faire observer que, quand le bain n'agit pas de suite, il sera généralement inutile, et qu'il ne faut pas le prolonger plus de quatre à cinq minutes, sous peine de voir bientôt le sujet entrer en état de rigidité. Du reste, quand le bain chaud n'agit pas, aucun autre moyen connu ne pourrait agir.

» Le même auteur a fait justement remarquer que les bains chauds à 50° sont inutiles chez les noyés, puisque, chez ces derniers, il faut prolonger l'action de la chaleur pour combattre l'abaissement énorme de température qu'il a constaté dans ses expériences. L'action d'un bain d'air chaud, obtenu simplement en tenant le sujet asphyxié devant un feu très vif, lui a paru le seul moyen à recommander. L'expérience lui a prouvé que tous les moyens classiques, la respiration artificielle, l'électricité et les couvertures chaudes, notamment, étaient impuissants à combattre le refroidissement considérable du sang qu'il a constaté, et qu'il considère comme la plus redoutable des conséquences de l'asphyxie par submersion. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse d'une cendre volcanique rejetée par l'Etna le 23 janvier 1882*. Note de M. L. RICCIARDI.

« Dans la matinée du 23 janvier, l'Etna présentait un aspect inaccoutumé : une colonne de fumée dense s'élevait au-dessus du grand cratère, tandis qu'une pluie de cendre tombait en ville et dans les environs. Ce phénomène n'est pas le seul qui ait été observé depuis quelques mois et qui indique un nouveau paroxysme du grand volcan.

» La cendre est de couleur gris foncé, très fine, et se présente sous la forme de petits mamelons; elle est attirable par l'aimant, ce qui prouve qu'elle est composée en partie de magnétite; humectée, elle rougit fortement le papier de tournesol, et, jetée dans l'eau distillée, elle lui communique une réaction acide sensible et lui permet de dissoudre une certaine quantité de chlorures et de sulfates.

([1]) *Recherches expérimentales sur le traitement de l'asphyxie* (*Journal de Thérapeutique* de juillet 1881).

» Les acides minéraux la décomposent, mais incomplètement; l'acide sulfurique en dissout une certaine quantité, et cette solution de couleur verdâtre décolore quelques centimètres cubes de permanganate de potasse.

» La cendre calcinée laisse dégager une grande quantité d'acide sulfureux et subit une perte de 22,11 pour 100; mais ce chiffre ne représente pas exactement la quantité de substance perdue, attendu que, durant la calcination, le fer fixe l'oxygène et passe à son maximnm d'oxydation, ce qui en augmente le poids.

» La petite quantité de cendre que j'ai recueillie ne m'a pas permis de déterminer les substances volatiles, ni de faire d'autres recherches.

» La réaction acide s'explique facilement par la grande tendance de l'acide sulfureux à se combiner avec l'oxygène de l'air, en présence de l'humidité, pour passer à l'état d'acide sulfurique. Traitée à chaud par l'acide azotique après sa calcination, la cendre ne donne plus de précipité par le nitrate d'argent; elle contenait donc de l'acide chlorhydrique à l'état libre ou un chlorure volatil.

Composition centésimale de la cendre.

Silice	37,82
Acide sulfurique	20,57
Alumine	9,97
Protoxyde de fer	14,05
Chaux	11,98
Magnésie	3,64
Chlore	1,02
Soude et potasse	0,95
	100,00

» La cendre présentait encore des traces de titane, d'acide phosphorique et d'oxydes de chrome et de manganèse. Soumise à l'observation microscopique, elle apparaît composée de débris cristallins, accompagnés de cristaux complets de feldspaths et de fragments de verre de diverses couleurs, unis à une grande quantité de magnétite, ce qui tend à prouver que les laves, avant l'éruption, existent dans l'intérieur du volcan à l'état cristallin, et qu'elles conservent cette forme lorsque le refroidissement s'opère graduellement, tandis qu'elles se présentent superficiellement à l'état vitreux quand elles se refroidissent rapidement. »

M. JUBÉ adresse une Note concernant une modification qu'il propose d'apporter à la loi de Bode.

La séance est levée à 5 heures. D.

ERRATA.

(Séance du 20 février 1882.)

Page 524, ligne 12, *après* se détruisent, *ajoutez* presque complètement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MARS 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur l'acide carbonique normal de l'air atmosphérique*; par M. Dumas.

« Parmi les gaz que renferme l'air atmosphérique, il en est un qui présente un intérêt particulier, en raison du rôle qu'on lui attribue, soit dans l'équilibre des deux règnes organisés, soit dans les rapports qui s'observent à son égard entre la terre, l'air et les eaux : c'est l'acide carbonique.

» Depuis qu'il a été constaté que les animaux consomment de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique comme produit de leur respiration, tandis que les plantes consomment de l'acide carbonique et exhalent de l'oxygène par un phénomène inverse, on s'est souvent demandé si la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air ne représentait pas une sorte de réserve alimentaire sans cesse mise à profit par les plantes, sans cesse reconstituée par les animaux et depuis longtemps sans doute amenée, par cette double influence, à un état permanent.

» D'un autre côté, comme l'a démontré depuis longtemps M. Boussingault, les terrains volcaniques, par leurs fissures et par leurs bouches d'éruption, exhalent constamment de l'acide carbonique en quantités

énormes. Les dépôts de carbonate de chaux qui se forment continuellement au fond des mers en fixent au contraire des quantités dont l'importance des couches calcaires existant à la surface du globe nous donnent une juste idée. Il est permis de penser qu'à côté des grands volumes d'acide carbonique que les terrains volcaniques, même les plus anciens, répandent dans l'air et des masses de carbonate de chaux qui se précipitent au fond des mers, les résultats attribués à l'action des animaux et à celle des plantes, soit pour fournir, soit pour enlever à l'air l'acide carbonique physiologique, n'ont pas une importance comparable à ceux que représentent les phénomènes qui se rapportent à ces échanges purement géologiques.

» Dans ces derniers temps, par une heureuse application du principe de la dissociation, M. Schlœsing a montré que la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air était en rapport avec celle de bicarbonate de chaux tenue en dissolution dans l'eau des mers. Quand la dose d'acide carbonique diminue, le bicarbonate de chaux marin se dissocie, la moitié de son acide carbonique passe dans l'atmosphère et le carbonate neutre de chaux se dépose. La vapeur aqueuse, en se condensant dans l'air, entraîne à son tour une partie de l'acide carbonique qui s'y trouve et, en tombant en pluie sur le sol, y reprend la chaux nécessaire à la formation du bicarbonate qui se rend au milieu des mers.

» Le rôle physiologique de l'acide carbonique, son influence géognosique et ses rapports avec les phénomènes météorologiques les plus habituels à la surface de la terre, tout conduit à attribuer une importance particulière aux études qui ont pour objet la détermination de la proportion normale d'acide carbonique contenue dans l'air.

» Mais cette détermination offre de grandes difficultés. Il n'est pas donné à tout le monde de toucher à des questions de cette nature, et tous les procédés n'y sont pas bons. La pensée qui se présenterait la première à l'esprit consisterait à confiner dans un vase un volume d'air connu et à mesurer ou à peser l'acide carbonique qui s'y trouve. On aurait ainsi pour un lieu et pour un moment donnés le rapport exact entre le volume de l'air et celui de l'acide carbonique qu'il contient.

» Mais si l'on opère avec un ballon de 10^{lit}, par exemple, il ne renfermera que 3^{cc} d'acide carbonique, c'est-à-dire 6^{mg}, et, soit qu'on les mesure, soit qu'on les pèse, l'erreur s'élèvera facilement à 10 pour 100 de la valeur à apprécier. On ne pourra donc rien conclure des résultats observés.

» On a été conduit, en conséquence, à augmenter le volume d'air, c'est-à-dire à diriger à travers des condenseurs propres à arrêter l'acide carbo-

nique, un filet d'air dont on apprécie le volume exact par les procédés connus.

» Mais, en ce cas, le passage doit être lent; l'opération se prolonge pendant plusieurs heures, et, comme l'air est agité sans cesse par des mouvements dans le sens vertical ou dans le sens horizontal, l'expérience commencée avec l'air d'un lieu peut se terminer réellement avec de l'air venant d'un autre lieu fort éloigné. Dans une expérience effectuée à Paris, se prolongeant pendant vingt-quatre heures, par un air se déplaçant seulement à raison de 4^m à la seconde, on pourrait commencer avec l'air du département de la Seine et finir avec celui du département du Rhône ou des confins de la Belgique, selon la direction du vent.

» Tant qu'on n'aura pas trouvé des procédés d'analyse assez délicats pour apprécier avec certitude des centièmes ou au moins des dixièmes de milligramme d'acide carbonique, il sera donc très difficile de déterminer sa proportion dans l'air, pour un lieu et pour un moment donnés. On sera souvent dans le cas d'opérer en plaine sur de l'air descendu des hauteurs et d'analyser en plein jour de l'air ayant subi au loin l'influence de la nuit.

» D'autres difficultés se présentent dans des études de cette nature. Il semble très facile de recueillir l'acide carbonique dans des tubes garnis de potasse et d'en apprécier la quantité par la différence de poids de ces tubes avant et après l'absorption du gaz; mais à combien de causes d'erreur ne s'est-on pas trouvé exposé en suivant cette méthode? La potasse a-t-elle eu le contact de quelque matière organique, elle absorbera de l'oxygène. La pierre ponce, qui sert à diviser la solution de potasse, contient-elle du protoxyde de fer, elle absorbera également de l'oxygène. Dans les deux cas, cet oxygène ajoutera son poids à celui de l'acide carbonique.

» Tout expérimentateur qui s'est trouvé forcé de peser deux fois des appareils un peu compliqués, à quelques heures de distance, sait à combien d'incertitudes on est exposé, quand il faut tenir compte des variations de température ou de pression de l'air et des changements d'état hygrométrique de la surface des appareils. Après avoir lutté, et souvent sans succès, contre les difficultés que présentent des déterminations de cette nature, on en vient à se défier de toute appréciation qui ne repose que sur des différences de poids et à préférer les méthodes qui, mettant à nu la matière dont il s'agit d'évaluer la proportion, permettent de la voir, de la toucher, de la peser ou de la mesurer, à l'état libre et sous sa forme naturelle.

» Tout le monde connaît les expériences classiques de Thenard, de Th. de Saussure, de notre confrère M. Boussingault, relativement à la pro-

portion de l'acide carbonique contenu dans l'air ; elles ne demandaient qu'à être régularisées et multipliées.

» M. J. Reiset, en se consacrant, à ce sujet, à des études longues et pénibles, et se pénétrant des considérations auxquelles leur discussion conduit, s'est arrêté à un procédé qui présente toutes les garanties d'exactitude.

» L'air qui fournit l'acide carbonique est appelé à travers les appareils d'absorption au moyen de deux aspirateurs de 600^{lit} de capacité. La température de cet air et sa pression sont mesurées avec précision.

» L'acide carbonique est absorbé par l'eau de baryte contenue dans trois barboteurs. Le dernier, servant de témoin, demeure limpide et démontre, par conséquent, qu'il ne se forme pas de bioxyde de baryum. Le titre de l'eau de baryte employée étant connu, on détermine par l'acide sulfurique celui de l'eau de baryte surnageant le carbonate formé et on en déduit la quantité de carbonate obtenue, et par suite celle de l'acide carbonique.

» Ces expériences laborieuses, dont la durée a varié, quant au temps employé au passage de l'air, entre six heures et vingt-cinq heures, exigent au moins deux journées d'un travail assidu.

» Elles ont été répétées 193 fois par M. J. Reiset, en 1872, 1873 et 1879. Elles ont eu lieu par des temps calmes, par des vents violents et au milieu des tempêtes. L'air a été puisé sur les bords de la mer, au milieu de la campagne, à ras de terre dans les récoltes, sous bois et enfin à Paris.

» Dans ces circonstances si diverses, la proportion d'acide carbonique varie peu ; elle se maintient entre 2,94 et 3,1, chiffre qu'il faut considérer comme de grandes moyennes, en raison du vaste espace qui a fourni l'air analysé.

» Lorsqu'il s'agit de l'air atmosphérique libre, la quantité d'acide carbonique qu'il renferme semble donc à peu près fixe, ainsi que cela doit être d'après le rapport signalé par M. Schlœsing entre le bicarbonate de chaux de l'eau des mers et l'acide carbonique de l'air. La seule cause qui semble propre à faire varier la quantité géologique d'acide carbonique de l'atmosphère consiste dans la formation du brouillard. La vapeur d'eau, en se condensant, ramasse l'acide carbonique, et l'air brumeux se montre généralement plus chargé de ce gaz que l'air ordinaire.

» D'ailleurs, que l'acide carbonique soit en moindre quantité dans l'air pris au milieu des trèfles ou de la luzerne, en plein jour et en été, c'est-à-dire en plein foyer de réduction, cela n'a rien qui puisse surprendre ; si quelque chose étonne en pareil cas, c'est que l'acide carbonique ne descende pas au-dessous de 2,8.

» De même, que dans Paris, au milieu de tant de sources d'acide carbonique : combustion dans les foyers, respiration de l'homme et des animaux, destruction spontanée des matières organiques, on voie l'acide carbonique ne pas dépasser 3,5, il y a lieu d'en être surpris.

» Car, si la grande moyenne qui représente l'acide carbonique atmosphérique normal diffère peu de 2,9 à 3,0, il n'est pas douteux que, pour des circonstances locales, pour des espaces limités et pour des conditions météorologiques exceptionnelles, il puisse y avoir de notables variations dans cette proportion. Mais ces variations n'intéressent pas les lois générales de la constitution de l'atmosphère.

» Il y a donc deux points de vue bien distincts, sous lesquels on peut considérer la mesure de l'acide carbonique contenu dans l'air.

» Le premier, qui consiste à l'envisager comme élément géologique appartenant à l'enveloppe gazeuse du globe prise dans son ensemble, conduit à estimer à 3^{vol} pour 10 000 environ le rapport général qui exprime sa proportion dans l'air.

» Le second, qui se rapporte aux phénomènes accidentels et locaux résultant de l'action des animaux, de celle des plantes, des effets des foyers, de celui des masses de matières organiques en décomposition, des émanations volcaniques, enfin de l'action des brouillards et des pluies, fait connaître les changements qui peuvent survenir dans un air soumis à des influences circonscrites, à un air en quelque sorte confiné. Sans nier l'intérêt qu'elles offrent au point de vue de la Météorologie ou de l'Hygiène, on ne peut pas assigner à ce dernier point de vue le même rang qu'au premier.

» Les expériences de M. J. Reiset, par leur nombre, leur précision, l'importance des volumes sur lesquels elles ont porté, les années mêmes qui les séparent, ont établi d'une manière définitive deux vérités dont l'histoire du globe aura désormais à tenir compte : la première, c'est que la proportion de l'acide carbonique dans l'air varie à peine; la seconde, qu'elle s'éloigne peu de $\frac{3}{10000}$ en volume.

» Ces vérités sont pleinement confirmées par les résultats obtenus en 1868, 1869, 1870 et 1871, à Rostock. M. Franz Schulze donne en effet, comme moyenne, avec de très faibles écarts :

Pour 1869 (année entière).............	2,8668
Pour 1870 (»)...............	2,9052
Pour 1871 (six premiers mois)..........	3,0126

» Plus récemment, MM. Müntz et Aubin, dont l'exactitude est bien connue de l'Académie, ont analysé, par un procédé qui leur est propre, l'air recueilli dans la plaine à Paris et celui qu'ils ont pris au pic du Midi et au sommet du Puy-de-Dôme. Leurs résultats s'accordent avec ceux qui ont été publiés par M. J. Reiset et par M. Schulze.

» La grande moyenne de la proportion de l'acide carbonique dans l'air paraît donc bien près d'être fixée; mais, ce point de départ établi, il reste à étudier les variations dont elle pourrait être susceptible, non par des causes locales, ce qui est de peu d'importance, mais par des causes générales se rattachant aux grands mouvements de l'atmosphère. C'est sur cette étude, qui exige le concours d'un certain nombre d'observateurs placés sur des points divers et éloignés du globe, opérant simultanément par des procédés comparables, que je me permets d'appeler l'attention de l'Académie et celle des missions chargées d'aller observer, dans les stations favorables, le passage de Vénus sur le Soleil. Les procédés et les appareils de MM. Müntz et Aubin fournissent les moyens propres à ces déterminations et semblent pouvoir suffire à la solution du problème de philosophie naturelle que présente la détermination de la proportion de l'acide carbonique de l'atmosphère dans le temps présent.

» Si ces expériences, comme il y a lieu de le croire, donnent des résultats satisfaisants, on trouvera convenable, je l'espère, d'organiser ensuite sur des points bien choisis les observations annuelles nécessaires à la détermination des variations que les siècles futurs seraient dans le cas d'amener dans cette proportion. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques*; par M. HERMITE.

« LX. Considérons une nouvelle fonction doublement périodique définie de la manière suivante

$$\Psi(x) = -\mu' f(-x)\,\mathrm{F}(x),$$

en faisant toujours

$$f(x) = e^{\lambda(x-i\mathrm{K}')}\chi_1(x),$$

de sorte que les deux facteurs $f(-x)$ et $\mathrm{F}(x)$ soient encore des fonctions de seconde espèce à multiplicateurs réciproques. Nous aurons d'abord

$$\Psi(x)\,\Psi(-x) = \mu'^2 f(x) f(-x)\,\mathrm{F}(x)\,\mathrm{F}(-x),$$

et, en employant l'égalité, qu'il est facile d'établir :

$$\mu' f(x) f(-x) = -k^2(\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 \omega),$$

on parvient à cette relation

$$\Psi(x)\Psi(-x) = (-1)^{n+1} k^2(\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 \omega)\Phi(x),$$

dont on va voir l'importance. Formons à cet effet l'expression de $\Psi(x)$ qui s'obtiendra sous forme linéaire au moyen des dérivées successives de $k^2 \operatorname{sn}^2 x$, puisque cette fonction, comme celles qui ont été précédemment introduites, a pour seul pôle $x = iK'$. Nous déduirons pour cela un développement, suivant les puissances croissantes de ε, de l'équation

$$\begin{aligned}\Psi(iK' + \varepsilon) &= -f(iK' - \varepsilon) F(iK' + \varepsilon) \\ &= \left(\frac{1}{\varepsilon} - H_0 + H_1 \varepsilon - H_2 \varepsilon^2 + \ldots\right)\left(\frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_1}{\varepsilon^{n-2}} + \frac{h_2}{\varepsilon^{n-4}} + \ldots\right),\end{aligned}$$

développement que je représenterai par la formule

$$\Psi(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^{n+1}} + \frac{\alpha_0}{\varepsilon^n} + \frac{\alpha_1}{\varepsilon^{n-1}} + \ldots + \frac{\alpha_i}{\varepsilon^{n-i}} + \ldots,$$

et nous observerons immédiatement que cette série ne contient point le terme $\frac{\alpha_{n-1}}{\varepsilon}$. On a effectivement, pour $n = 2\nu$,

$$\alpha_{n-1} = H_{2\nu-1} + h_1 H_{2\nu-3} + h_2 H_{2\nu-5} + \ldots + h_{\nu-1} H_1 + h_\nu,$$

puis, en supposant $n = 2\nu - 1$,

$$\alpha_{n-1} = -(H_{2\nu-2} + h_1 H_{2\nu-4} + h_2 H_{2\nu-6} + \ldots + h_{\nu-1} H_0).$$

Or on voit que, d'après les équations obtenues pour la détermination de ω et λ, au § XXXV, le coefficient α_{n-1} est nul dans les deux cas. La partie principale du développement de $\Psi(iK' + \varepsilon)$, à laquelle nous joindrons le terme indépendant de ε, est donc

$$\frac{1}{\varepsilon^{n+1}} + \frac{\alpha_0}{\varepsilon^n} + \frac{\alpha_1}{\varepsilon^{n-1}} + \ldots + \frac{\alpha_{n-2}}{\varepsilon^2} + \alpha_n.$$

On en conclut, quand $n = 2\nu$,

$$\begin{aligned}\Psi(x) = &-\frac{D_x^{2\nu-1}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu+1)} + \alpha_0 \frac{D_x^{2\nu-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu)} \\ &- \alpha_1 \frac{D_x^{2\nu-3}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-1)} + \ldots + \alpha_{2\nu-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x) + \alpha,\end{aligned}$$

la constante ayant pour valeur,

$$\alpha = \alpha_{2\nu} + \alpha_{2\nu-2}\, s_0 + \alpha_{2\nu-4}\, \frac{s_1}{3} + \ldots + \alpha_0 \frac{s_{\nu-1}}{2\nu-1},$$

puis, dans le cas de $n = 2\nu - 1$,

$$\Psi(x) = + \frac{D_x^{2\nu-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu)} - \alpha_0 \frac{D_x^{2\nu-3}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-1)}$$
$$+ \alpha_1 \frac{D_x^{2\nu-4}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-3)} - \ldots + \alpha_{2\nu-3}(k^2 \operatorname{sn}^2 x) + \alpha,$$

en posant

$$\alpha = \alpha_{2\nu-1} - \alpha_{2\nu-3}\, s_0 - \alpha_{2\nu-5} \frac{s_1}{3} - \ldots - \alpha_1 \frac{s_{\nu-2}}{2\nu-3} - \frac{s_{\nu-1}}{2\nu-1}.$$

Soit maintenant $\operatorname{sn}^2 x = t$; les expressions auxquelles nous venons de parvenir prendront cette nouvelle forme, à savoir

$$\Psi(x) = G(t) + \sqrt{R(t)}\, G_1(t),$$

où $G(t)$ et $G_1(t)$ sont des polynômes entiers en t des degrés ν et $\nu - 1$ dans le premier cas, ν et $\nu - 2$ dans le second. Observons aussi que, le radical $\sqrt{R(t)}$ changeant de signe avec x, d'après la condition

$$\sqrt{R(t)} = \operatorname{sn} x \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x,$$

on aura

$$\Psi(-x) = G(t) - \sqrt{R(t)}\, G_1(t);$$

nous concluons donc de l'égalité donnée plus haut,

$$\Psi(x)\Psi(-x) = (-1)^{n+1} k^2 (\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 \omega)\, \Phi(x),$$

la suivante :

$$G^2(t) - R(t)\, G_1^2(t) = (-1)^{n+1} k^2 (t - \operatorname{sn}^2 \omega)\, \Pi(t).$$

Cette forme de relation est bien connue par le théorème d'Abel pour l'addition des intégrales elliptiques, et l'on sait que les polynômes $G(t)$, $G_1(t)$, étant des degrés donnés tout à l'heure, se trouvent, à un facteur constant près, déterminés par la condition que l'expression

$$G^2(t) - R(t)\, G_1^2(t)$$

soit divisible par $\Pi(t)$. Il suffit, par conséquent, de nous reporter à l'équation obtenue au § XXXIX, à savoir :

$$(N\varphi^2(t) - R(t)\psi^2(t) = \Pi(t)(gt - g'),$$

pour en conclure le résultat que nous avons annoncé

$$\operatorname{sn}^2\omega = \frac{g'}{g}.$$

Mais nous voyons, de plus, qu'on peut poser

$$\rho\left[G(t) + \sqrt{R(t)}\,G_1(t)\right] = \sqrt{N}\,\varphi(t) + \sqrt{R(t)}\,\psi(t),$$

ρ désignant une constante. Voici les conséquences à tirer de cette relation.

» Je supposerai que l'on ait $n = 2\nu$; les polynômes $\varphi(t)$ et $\psi(t)$, dont les coefficients doivent être regardés comme connus et, si l'on veut, exprimés sous forme entière en h, seront alors des degrés ν et $\nu - 1$. Cela étant, si nous revenons à la variable primitive en faisant $t = \operatorname{sn}^2 x$, on pourra mettre $\sqrt{R(t)}\,\psi(t)$ et $\varphi(t)$ sous la forme suivante, à savoir :

$$\sqrt{R(t)}\,\psi(t) = -a\frac{D_x^{2\nu-1}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu+1)} - a'\frac{D_x^{2\nu-3}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-1)} - \ldots$$

$$\varphi(t) = +b\frac{D_x^{2\nu-2}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu)} + b'\frac{D_x^{2\nu-4}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-2)} + \ldots.$$

Nous aurons donc cette expression de la fonction $\Psi(x)$:

$$\begin{aligned}\rho\Psi(x) = &- a\frac{D_x^{2\nu-1}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu+1)} - a'\frac{D_x^{2\nu-3}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-1)} - \ldots\\ &+ \sqrt{N}\left[b\frac{D_x^{2\nu-2}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu)} + b'\frac{D_x^{2\nu-4}(k^2\operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-2)} + \ldots\right],\end{aligned}$$

où les constantes $a, a', \ldots, b, b', \ldots$ sont déterminées linéairement par les coefficients de $\varphi(t)$ et $\psi(t)$.

» Or on en déduit, en faisant $x = iK' + \varepsilon$ et se rappelant qu'on a supposé $n = 2\nu$, l'égalité suivante :

$$\rho\left(\frac{1}{\varepsilon^{n+1}} + \frac{\alpha_0}{\varepsilon^n} + \frac{\alpha_1}{\varepsilon^{n-1}} + \cdots\right) = -\frac{a}{\varepsilon^{n+1}} - \frac{a'}{\varepsilon^{n-1}} - \cdots + \sqrt{N}\left(\frac{b}{\varepsilon^n} + \frac{b'}{\varepsilon^{n-2}} + \cdots\right),$$

d'où nous tirons

$$\begin{aligned}\rho &= -a,\\ \rho\alpha_0 &= b\sqrt{N},\\ \rho\alpha_1 &= -a',\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

Éliminons l'indéterminée ρ et remplaçons les coefficients $\alpha_0, \alpha_1, \ldots$ par

leurs valeurs; on aura ces relations

$$\lambda = -\frac{b\sqrt{N}}{a},$$

$$h_1 + \tfrac{1}{2}(\lambda^2 - \Omega) = \frac{a'}{a},$$

....

La première donne l'expression de λ, et nous reconnaissons, par cette voie, qu'elle ne contient d'autre irrationnalité que $\sqrt{N}$. On obtiendrait la même conclusion dans le cas de $n = 2\nu - 1$, et c'est le résultat que j'avais principalement en vue d'établir, après avoir démontré que $\operatorname{sn}^2\omega$ est une fonction rationnelle de h. L'étude des solutions de Lamé qui correspondent aux racines de l'équation $N = 0$ nous permettra, comme on va le voir, d'aller plus loin et d'approfondir davantage la nature de ces expressions de λ et $\operatorname{sn}^2\omega$.

» LXI. On a vu au § XXXIX (p. 481), que l'intégrale générale de l'équation différentielle n'est plus représentée, lorsqu'on a $N = 0$, par la formule

$$y = C\,F(x) + C'\,F(-x),$$

le rapport $\frac{F(x)}{F(-x)}$ se réduisant alors à une constante, et, comme conséquence, nous avons établi que les multiplicateurs de la fonction de seconde espèce deviennent, au signe près, égaux à l'unité. Suivant les diverses combinaisons des signes de μ et μ', nous pouvons donc avoir des solutions particulières de quatre espèces, caractérisées par les relations suivantes :

(I) $F(x + 2K) = -F(x), \quad F(x + 2iK') = +F(x),$

(II) $F(x + 2K) = -F(x), \quad F(x + 2iK') = -F(x),$

(III) $F(x + 2K) = +F(x), \quad F(x + 2iK') = -F(x),$

(IV) $F(x + 2K) = +F(x), \quad F(x + 2iK') = +F(x).$

Toutes existent en effet, et les trois premières, où $F(x)$ a successivement la périodicité de $\operatorname{sn}x$, $\operatorname{cn}x$, $\operatorname{dn}x$, s'obtiennent en faisant, dans l'expression générale de cette formule, $\lambda = 0$, conjointement avec $\omega = 0$, $\omega = K$, $\omega = K + iK'$. Nous remarquerons, pour l'établir, que, les valeurs de l'élément simple

$$f(x) = e^{\lambda(x - iK')}\chi(x)$$

étant alors $f(x) = k\operatorname{sn}x$, $ik\operatorname{cn}x$, $i\operatorname{dn}x$, dans ces trois cas, les développements en série de $f(iK' + \varepsilon)$ ne contiennent que des puissances impaires

de ε, de sorte que les coefficients désignés par H_i s'évanouissent tous pour des valeurs paires de l'indice. Des deux conditions obtenues au § XXXV (p. 191), pour la détermination de ω et λ, à savoir :

$$H_{2\nu-1} + h_1 H_{2\nu-3} + h_2 H_{2\nu-5} + \ldots + h_{\nu-1} H_1 + h_\nu = 0,$$
$$2\nu H_{2\nu} + (2\nu - 2) h_1 H_{2\nu-2} + (2\nu - 4) h_2 H_{2\nu-4} + \ldots + 2 h_{\nu-1} H_2 = 0,$$

dans le cas de $n = 2\nu$; puis, en supposant $n = 2\nu - 1$,

$$H_{2\nu-2} + h_1 H_{2\nu-4} + h_2 H_{2\nu-6} + \ldots + h_{\nu-1} H_0 = 0,$$
$$(2\nu - 1) H_{2\nu-1} + (2\nu - 3) h_1 H_{2\nu-3} + \ldots + h_{\nu-1} H_1 - h_\nu = 0;$$

on voit ainsi qu'une seule subsiste et détermine la constante h, l'autre étant satisfaite d'elle-même.

» Mais soit, pour plus de précision,

$$k\,\mathrm{sn}(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} + p_1 \varepsilon + p_2 \varepsilon^3 + \ldots + p_i \varepsilon^{2i-1} + \ldots,$$

$$ik\,\mathrm{cn}(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} + q_1 \varepsilon + q_2 \varepsilon^3 + \ldots + q_i \varepsilon^{2i-1} + \ldots,$$

$$i\,\mathrm{dn}(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} + r_1 \varepsilon + r_2 \varepsilon^2 + \ldots + r_i \varepsilon^{2i-1} + \ldots;$$

je poserai, dans le cas de $n = 2\nu$,

$$P = p_\nu + h_1 p_{\nu-1} + h_2 p_{\nu-2} + \ldots + h_{\nu-1} p_1 + h_\nu,$$
$$Q = q_\nu + h_1 q_{\nu-1} + h_2 q_{\nu-2} + \ldots + h_{\nu-1} q_1 + h_\nu,$$
$$R = r_\nu + h_1 r_{\nu-1} + h_2 r_{\nu-2} + \ldots + h_{\nu-1} r_1 + h_\nu;$$

puis, en supposant $n = 2\nu - 1$,

$$P = (2\nu - 1) p_\nu + (2\nu - 3) h_1 p_{\nu-1} + \ldots + h_{\nu-1} p_1 - h_\nu,$$
$$Q = (2\nu - 1) q_\nu + (2\nu - 3) h_1 q_{\nu-1} + \ldots + h_{\nu-1} q_1 - h_\nu,$$
$$R = (2\nu - 1) r_\nu + (2\nu - 3) h_1 r_{\nu-1} + \ldots + h_{\nu-1} r_1 - h_\nu;$$

cela étant, les équations

$$P = 0, \quad Q = 0, \quad R = 0$$

détermineront les valeurs particulières de h auxquelles correspondent les trois espèces de solutions que nous avons considérées, et l'on voit que dans les deux cas elles sont toutes du degré ν.

» Il ne nous reste plus maintenant qu'à obtenir les solutions de la qua-

trième espèce dont la périodicité est celle de $\mathrm{sn}^2 x$, mais elles se déduisent moins immédiatement que les précédentes de l'expression générale de $F(x)$; il est nécessaire, en effet, de supposer alors la constante λ et $\mathrm{sn}\,\omega$ infinis; je donnerai en premier lieu une méthode plus directe et plus facile pour y parvenir. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences faites sur une pile secondaire de M. Faure;* par MM. ALLARD, F. LE BLANC, JOUBERT, POTIER et TRESCA.

« Cette expérience a été faite au Conservatoire des Arts et Métiers, pour compléter celles que les mêmes observateurs avaient exécutées dans la dernière période de l'Exposition d'électricité; elle a eu lieu dans la grande salle des machines en mouvement, qui dépend de cet établissement, les 4, 5, 6, 7 et 9 janvier 1882.

» La pile mise à notre disposition se composait de 35 éléments, nouveau modèle, à lames contournées en spirale, pesant chacun $43^{kg},700$, liquide compris; les électrodes de plomb étaient recouvertes de minium, à raison de 10^{kg} environ par mètre carré. Le liquide des piles était formé d'eau distillée, additionnée du dixième de son poids d'acide sulfurique pur.

» La machine de charge, également fournie par M. Faure, à sa convenance, était du type Siemens. La résistance de l'anneau était de 0,27 ohms, celle de l'inducteur de 19,45 ohms. L'électro-aimant était excité par une dérivation prise sur la bobine même de la machine; pour régler le courant excitateur, M. Faure avait interposé une espèce de voltamètre, à électrodes de charbon, dans lequel il faisait varier la résistance en modifiant la quantité ou la nature du liquide. Pendant toute la durée de l'expérience, le courant d'excitation est resté, par suite de cet arrangement, compris entre 2 et 3 ampères.

» L'objet principal de l'expérience était de mesurer :

» 1° Le travail mécanique dépensé pour la charge de la pile;

» 2° La quantité d'électricité emmagasinée pendant la charge;

» 3° La quantité d'électricité rendue pendant la décharge;

» 4° Le travail électrique réellement effectué pendant la décharge.

» Il était nécessaire en outre de connaître, en chaque instant de l'expérience, la force électromotrice et la résistance de la pile et, enfin, comme la décharge devait se faire à travers une série de lampes Maxim, à incandescence, d'étudier la variation de la résistance et du pouvoir lumineux de ces lampes, suivant l'intensité du courant.

» Le travail mécanique a été mesuré au moyen du dynamomètre totalisateur, construit, pour la Société des Agriculteurs de France, par MM. Easton et Anderson, sur le modèle de celui de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre.

» L'intensité lumineuse a été constatée avec le photomètre Foucault, qui avait déjà servi à l'Exposition.

» Quant aux mesures électriques, elles ont été faites au moyen des trois instruments suivants : un galvanomètre Marcel Deprez, qui mesurait le courant total, et quelquefois le courant d'excitation; un électrodynamomètre Siemens, qui mesurait seulement le courant de charge, et un électromètre à cadran, disposé suivant la méthode indiquée par M. Joubert, qui faisait connaître la différence de potentiel entre les deux pôles de la pile.

» Les indications de tous les instruments étaient relevées de quart d'heure en quart d'heure, quelquefois même à des intervalles plus rapprochés.

» Nous ne pouvons indiquer ici que les résultats calculés des principales déterminations. En ce qui concerne les périodes de la charge de la pile, elles se trouvent résumées dans le tableau suivant :

Tableau I. — *Charge de la pile.*

Dates.	Durées des expériences.	Vitesse moyenne de la machine dynamo-électrique en tours par minute.	Travail mécanique indiqué par le dynamomètre en kilogrammètres.	Potentiel moyen de la pile en volts.
	h m			
Janvier 4....	5.30	1079	2414907	82,21
5....	7.00	1072	2772292	91,08
6....	7.30	1083	3246871	92,91
7....	2.45	1085	1135728	92,06
	22.45		T = 9569798	
		t (trav. de la transmis.) =	808750	
			8761048	

Dates.	Durées des expériences.	Intensité moyenne du courant de charge en ampères.	Intensité moyenne du courant d'excitation en ampères.	Quantité d'électricité fournie à la pile en coulombs.
	h m			
Janvier 4....	5.30	10,93	2,46	216400
5....	7.00	7,97	2,81	200800
6....	7.30	7,94	2,33	214300
7....	2.45	6,36	2,18	63000
	22.45			Q = 694500

Dates.	Durées des expériences.	Travail électrique de la charge en kilogrammètres.	Travail électrique d'excitation en kilogrammètres.	Travail électrique de l'anneau en kilogrammètres.
Janvier 4....	5.30	1814600	408400	94400
5....	7.00	1947100	676300	79100
6....	7.30	2028800	596100	76800
7....	2.45	591600	202800	19500
	22.45	T' = 6382100	T'' = 1883600	T''' = 269800

» Les mêmes déterminations ont été faites pendant la décharge, en même temps qu'on observait au point de vue de l'intensité lumineuse une des douze lampes Maxim placées en dérivation sur le circuit.

» D'une manière générale, nous nous bornerons à indiquer ici que l'on a obtenu dans cette expérience prolongée la lumière d'une carcel avec une dépense $5^{kgm},80$ de travail électrique par seconde.

» Les données relatives à la décharge de la pile sont d'ailleurs résumées dans le tableau suivant :

Tableau II. — *Décharge de la pile.*

Dates.	Durée de l'expérience.	Potentiel moyen de la pile en volts.	Résistance moyenne du courant en ampères.	Quantité d'électricité en coulombs.	Travail électrique extérieur en kilogrammètres.
Janvier 7.....	$7^h.19^m$	61,39	16,128	424800	2608000
» 9.....	2.20	61,68	16,235	194800	1201000
	10.39			Q' = 619600	θ = 3809000

» *Conclusions.* — L'examen des nombres qui précèdent présente un réel intérêt; on voit d'abord que, entre la quantité d'électricité introduite dans la pile, 694500 coulombs, et celle qui en est sortie, 619600, il n'y a qu'une différence de 74900 coulombs, correspondant à une perte proportionnelle de 10 pour 100 environ (0,108).

» Le travail électrique extérieur pendant la durée tout entière de la décharge s'élève à 3809000^{kgm}; le travail mécanique dépensé avait atteint 9570000^{kgm}, mais, sur ce travail réellement fourni, 6382000^{kgm} seulement avaient pu être emmagasinés par la pile. Il résulte de là que le travail récupéré pendant la décharge représente $3809000 : 9570000 = 0,40$ du travail total, et $3810000 : 6382000 = 0,60$ du travail emmagasiné.

» Ce résultat s'explique facilement en ce que la quantité d'électricité reste sensiblement la même dans les deux cas, où la charge s'est faite avec

un potentiel moyen de 6328000 : 695300 = 91 volts, et la décharge sous un potentiel moyen de 3809000 : 619600 = 61,5 volts.

» Entre les deux cas, les niveaux étaient dans le rapport de 3 à 2 : cette différence de potentiel dans les deux phases distinctes est inévitable. En effet, si l'on désigne par E la force électromotrice de la pile, par R sa résistance intérieure, par I et t l'intensité du courant et sa durée, pendant la charge, et si l'on représente par les mêmes lettres, avec accent, les quantités correspondantes pour la décharge, le rendement électrique a pour expression

$$\alpha = \frac{I'(E' - R'I')t'}{I(E - RI)t};$$

on a d'ailleurs, abstraction faite de la déperdition $I't' = It$, et il est permis d'admettre aussi que $E = E'$, ce qui conduit à

$$\alpha = \frac{E - R'I'}{E + RI}.$$

» On voit ainsi que le rendement sera toujours inférieur à l'unité, mais d'autant plus grand que les intensités et les résistances seront plus petites. Il y a donc intérêt à charger la pile avec le plus faible courant possible et par suite à prolonger la durée de la charge.

» Dans l'expérience actuelle, E étant voisin de 75^{volts}, il se trouve que R'I' est sensiblement égal à RI, bien que I' soit plus grand que I. Cela tient à ce que la résistance de la pile, comme cela résulte d'ailleurs de l'observation, a été sensiblement plus faible pendant la décharge que pendant la charge.

» En résumé, et pour mettre les résultats précédents sous une forme plus saisissable, la charge de la pile a exigé un travail mécanique total de 1,558 cheval pendant $22^h 45^m = 1365^m$, ou un cheval pendant

$$1,558 \times 1365^m = 2126^m \quad \text{ou} \quad 35^h 26^m.$$

La pile n'a recueilli en réalité que 0,66 de ce travail, le surplus ayant été employé en résistances passives et en travail d'excitation.

» Le travail de 6382100^{kgm} ainsi emmagasiné n'a été lui-même récupéré dans ses effets extérieurs que jusqu'à concurrence de 60 pour 100, et il y a lieu de supposer qu'il en aurait été de même dans toute autre application analogue à celle du fonctionnement des lampes Maxim, sur lesquelles il a été employé.

» L'emploi de l'accumulateur a donc coûté 0,40 du travail fourni par la

machine dynamo-électrique qui avait produit le courant, ou en d'autres termes 0,40 du travail électrique qui aurait été librement disponible sans cet intermédiaire. Il n'est que juste toutefois d'ajouter qu'en bien des circonstances cette perte se trouverait utilement rachetée par l'avantage que l'on pourrait avoir à conserver sous la main, et entièrement à sa disposition, une source aussi abondante d'électricité.

» La pile constitue d'ailleurs un régulateur puissant, dont l'action suffirait au besoin pour suppléer, dans certaines applications et pendant un temps assez long, à l'arrêt même de la machine motrice. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les doubles décompositions des sels haloïdes du mercure par les hydracides et par les sels haloïdes du potassium;* par M. Berthelot.

DONNÉES PRÉLIMINAIRES.

« Établissons d'abord les quantités de chaleur dégagées par l'union des oxydes de potassium et de mercure avec les hydracides étendus.

1° *Sels alcalins.*

HCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + KO ($1^{éq} = 2^{lit}$) = KCl étendu + HO, à 18°, dégage...... $+13^{Cal},6$
à 8°, dégage...... $+14^{Cal},0$

» Soit $+13^{Cal},6 + 0^{Cal},04(18 - t)$ à la température t.

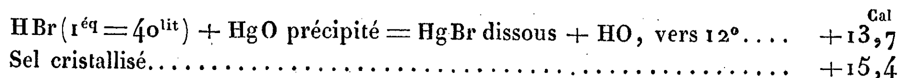
» Les mêmes valeurs s'appliquent au bromure et à l'iodure dissous.

» La formation de KCl cristallisé, à partir des mêmes composants dissous, à 18°, dégage $+18^{Cal},0$. Cette quantité ne change guère avec la tempéra-

Ces nombres n'ont pas été mesurés directement, mais déduits de la chaleur dégagée lorsqu'on précipite le chlorure de mercure par la potasse.

» HgCl cristallisé, à partir des mêmes composants : $+11^{Cal},0$.

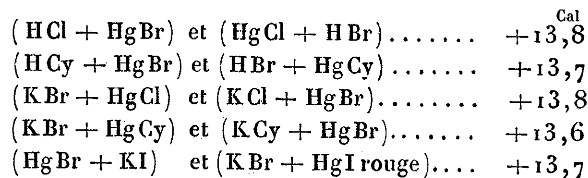
» 2. *Bromure.*



$HBr(1^{éq}=40^{lit}) + HgO$ précipité $= HgBr$ dissous $+ HO$, vers 12°.... $+13^{Cal},7$

Sel cristallisé.. $+15,4$

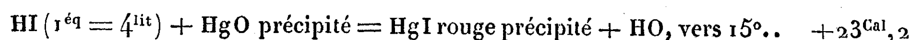
Cette quantité, qui se rapporte à des liqueurs extrêmement étendues, a été mesurée par cinq procédés distincts, à l'aide de couples de réactions réciproques (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 68 et p. 59), tels que



		Cal
(HCl + HgBr)	et (HgCl + HBr).......	+13,8
(HCy + HgBr)	et (HBr + HgCy).......	+13,7
(KBr + HgCl)	et (KCl + HgBr)........	+13,8
(KBr + HgCy)	et (KCy + HgBr).......	+13,6
(HgBr + KI)	et (KBr + HgI rouge)....	+13,7

» On remarquera la grande inégalité qui existe entre les chaleurs de formation du chlorure et du bromure de mercure dissous, depuis les deux hydracides. Cette inégalité est exceptionnelle, car les acides bromhydrique et chlorhydrique dégagent sensiblement la même quantité de chaleur, en formant les sels alcalins dissous et la plupart des sels métalliques. L'inégalité se retrouverait probablement aussi, et plus grande encore, avec l'acide iodhydrique dans la formation de l'iodure de mercure dissous; mais la solubilité de ce sel est trop faible pour en permettre l'étude.

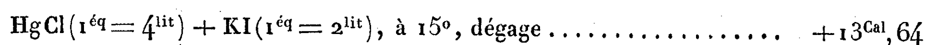
» 3. *Iodure.*



$HI(1^{éq}=4^{lit}) + HgO$ précipité $= HgI$ rouge précipité $+ HO$, vers 15°.. $+23^{Cal},2$

La formation de HgI jaune : $+21^{Cal},7$.

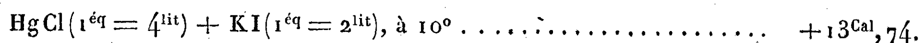
Ce chiffre se déduit de la précipitation du chlorure de mercure par l'iodure de potassium, à équivalents égaux :



$HgCl(1^{éq}=4^{lit}) + KI(1^{éq}=2^{lit})$, à 15°, dégage.................. $+13^{Cal},64$

valeur qu'il convient de porter à $13^{Cal},79$, pour tenir compte d'un peu d'iodure de mercure demeuré dissous ([1]).

» J'ai trouvé de même récemment, à 14°, pour la réaction non corrigée : $+13^{Cal},54$; et, en présence d'un équivalent de HCl : $+13^{Cal},61$.



$HgCl(1^{éq}=4^{lit}) + KI(1^{éq}=2^{lit})$, à 10°.......................... $+13^{Cal},74$.

» Comparons encore les chaleurs dégagées par la transformation de

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 502.

l'hydracide étendu et des deux oxydes en sels solides, afin de pouvoir faire entrer en ligne l'iodure de mercure. La formation du chlorure de potassium solide, KCl, dégage, on l'a vu plus haut, $+18^{Cal},0$; celle du bromure de potassium, $+18^{Cal},8$; celle de l'iodure, KI, $+18^{Cal},8$, chiffres fort voisins les uns des autres. Entre les sels de mercure correspondants, l'inégalité est bien plus grande, car on a pour HgCl solide : $+11^{Cal},0$; pour HgBr : $+15^{Cal},4$; pour HgI rouge : $+23^{Cal},2$; HgI jaune : $+21^{Cal},7$.

» Ces inégalités deviennent la cause déterminante des doubles décompositions qui seront exposées bientôt et qui s'opèrent pareillement entre les corps dissous et entre les corps solides. Si j'y insiste, c'est que des relations parallèles se retrouvent dans les sels d'argent, avec cette condition, moins favorable aux discussions théoriques, que les sels haloïdes d'argent existent seulement à l'état solide et insoluble, tandis que les sels de mercure peuvent être étudiés sous la double forme solide et dissoute.

» 4. *Cyanure.*

HCy ($1^{éq} = 12^{lit}$) + HgO précipité = HgCy dissous + HO, vers 15° ..... $+15^{Cal},5$

» J'ai encore trouvé, à 11° :

HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) .... $-0,04$
HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HCy ($1^{éq} = 2^{lit}$) .... $+5,36$

chiffres dont on déduit, d'après la relation $(N-N') = 5,36 + 0,04$,

HCy étendu + HgO = HgCy étendu + HO, à 11° .... $+9,7+5,4 = +15^{Cal},1$

HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 9° .... $+8^{Cal},0$
HgI rouge + HCy ($1^{éq} = 6^{lit}$) .... $-0^{Cal},04$

D'où résulte

HCy étendu + HgO = HgCy étendu, à 9° .... $+23,2-8,0 = +15,2$

» Je prendrai la moyenne des trois nombres, soit vers 12° : $+15,3$.

» Pour le sel solide, on aura dès lors : $+16,8$.

3° *Sels acides.*

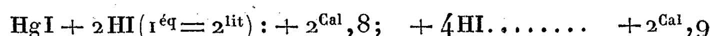
» 1. Les sels haloïdes des métaux en général (1) et ceux du mercure en particulier (2) s'unissent aux hydracides correspondants pour former des sels acides, cristallisés et bien définis. La plupart de ces sels subsistent

---

(1) Voir mon Mémoire, *Ann. de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 85 et 94.
(2) DITTE, même Recueil, t. XXII, p. 551.

en partie dissociés, même dans les solutions étendues. Voici de nouvelles preuves de leur existence pour les sels de mercure.

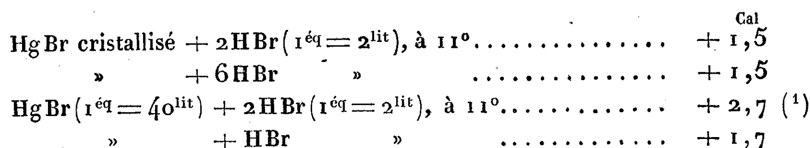
» L'*iodure de mercure* (rouge) cristallisé se dissout aisément dans l'*acide iodhydrique* étendu, et cette dissolution dégage



$$HgI + 2HI(1^{éq} = 2^{lit}) : + 2^{Cal},8; \quad + 4HI \ldots\ldots\ldots \quad + 2^{Cal},9$$

valeurs presque identiques avec la chaleur de dissolution de l'iodure de mercure dans l'iodure de potassium étendu. Le dégagement de chaleur est sensiblement le même avec un acide deux fois aussi étendu, ce qui atteste la stabilité de la combinaison. On pourrait donc admettre qu'il se forme un véritable *acide mercuriodhydrique*, correspondant à toute une série de sels doubles; un tel corps serait analogue aux acides complexes, dérivés des cyanures métalliques et que tout le monde reconnaît. Ajoutons d'ailleurs que la dissolution de l'iodure de mercure dans l'iodure de potassium dégage la même quantité de chaleur que dans l'acide iodhydrique; il en résulte que la saturation de la potasse par l'acide iodhydrique, soit libre, soit déjà combiné à l'iodure de mercure, dégage la même quantité de chaleur : $+ 13^{Cal},6$. Ceci montre que l'acide complexe est un acide puissant, comparable aux hydracides; précisément comme les acides ferrocyanhydrique et ferricyanhydrique. La même remarque a déjà été faite par M. Thomsen pour l'acide platinochlorhydrique.

» 2. L'*acide bromhydrique* et le *bromure de mercure* s'unissent également avec dégagement de chaleur, même dans des liqueurs très étendues :



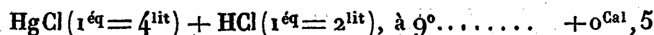
		Cal
HgBr cristallisé $+ 2HBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°	....	+ 1,5
» $+ 6HBr$ »	....	+ 1,5
$HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + 2HBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°	....	+ 2,7 (¹)
» $+ HBr$ »	....	+ 1,7

Le sel acide qui se forme ici est en partie dissocié, comme le montre la variation de la chaleur avec la dose d'acide et avec la dilution.

» C'est ici le lieu de rappeler que le bromure de mercure dissous $(1^{éq} = 40^{lit})$ s'unit au bromure de potassium $(1^{éq} = 2^{lit})$, avec dégagement de chaleur : soit $+ 2^{Cal},5$ à équivalents égaux : il y a donc encore parallélisme entre la formation du sel acide et la formation du sel double.

(¹) La différence entre $2^{Cal},7 - 1^{Cal},5 = 1^{Cal},2$ est un peu moindre que la chaleur de dissolution, $1^{Cal},7$, du bromure de mercure, à cause de l'inégale dilution des liqueurs. En d'autres termes, on devrait avoir $3^{Cal},2$ au lieu de $2^{Cal},7$; différence due à la dissociation plus grande du sel acide dans les liqueurs plus étendues.

» 3. L'*acide chlorhydrique* étendu et le *chlorure de mercure* dissous :



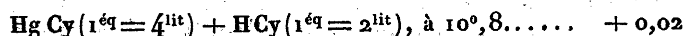
$$HgCl\,(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) + HCl\,(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}),\ \text{à}\ 9^{\circ}\ldots\ldots\ldots\quad +0^{Cal},5$$

quantité comparable à HgCl dissous + KCl dissous ($+0^{Cal},4$).

» M. Ditte a montré (*loco citato*) qu'il existe, en effet, des sels acides du chlorure de mercure, et j'ai mesuré la chaleur de formation des sels doubles. Les uns et les autres sont en partie dissociés dans leurs solutions.

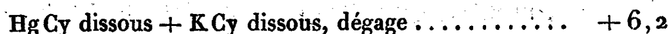
» Observons encore que la chaleur de formation du chlorure acide de mercure, dans l'état dissous ($+0^{Cal},5$), est bien moindre que celle du bromure acide ($+2^{Cal},7$), et moindre encore que celle de l'iodure acide ($+2^{Cal},8 + S$, S étant la chaleur de dissolution dans l'eau de l'iodure de mercure). Ceci semble indiquer une dissociation des sels acides, plus grande pour le bromure que pour l'iodure, et plus grande encore pour le chlorure : conclusion qui concorde avec les propriétés chimiques des dissolutions.

» 4. Enfin, avec l'*acide cyanhydrique* et le *cyanure de mercure*,



$$HgCy\,(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) + HCy\,(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}),\ \text{à}\ 10^{\circ},8\ldots\ldots\quad +0,02$$

c'est-à-dire qu'il n'y a pas de chaleur sensible dégagée ; tandis que



$$HgCy\ \text{dissous} + KCy\ \text{dissous, dégage}\ldots\ldots\ldots\ldots\quad +6,2$$

» L'acide cyanhydrique et le cyanure de mercure ne paraissent donc pas s'unir en proportions appréciables, dans les solutions étendues.

» Au contraire, la chaleur de formation et la stabilité des cyanures doubles de mercure (et des métaux alcalins) surpasse celle des sels doubles dérivés des autres halogènes. L'acide correspondant serait complètement dissocié ou à peu près en présence de l'eau ; tandis que l'acide argentocyanhydrique peut être obtenu, au moins dans l'état dissous, et que l'acide ferrocyanhydrique est stable.

4° *Sels doubles.*

» Le tableau suivant résume les principales données relatives aux sels doubles de mercure que j'ai examinés.

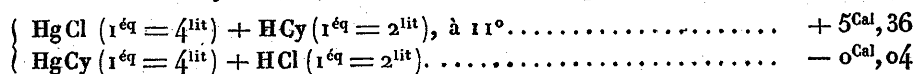
Formule.	Dissolution dans l'eau.	Formation du sel cristallisé.	Formation. Etat dissous.
	Cal o	Cal	Cal o
KCl, HgCl	$-7,5$ à 14	$+1,9$	$+0,39$ à 14
KCl, HgCl, HO	$-8,3$ à 14	$+2,7$	»
KCl, 2HgCl	$-9,5$ à 14	$+2,4$	$+0,43$ à 14
KCl, 2HgCl, 2HO	$-11,3$ à 14	$+4,2$	»
2KCl, 3HgCl	$-16,8$ à 14	$+4,3$	$+0,8$ à 14
2KCl, 3HgCl, 3HO ...	$-19,6$ à 14	$+6,9$	»
2KCl + HgCl	»	»	$+0,61$ à 14

Formule.	Dissolution dans l'eau.	Formation du sel cristallisé.	Formation. État dissous.
	Cal	Cal	Cal
KBr, 2HgBr	− 8,9	+3,1	+2,75 à 8
KBr, 2HgBr, 2HO	−12,2	+6,4	»
KBr + HgBr	»	»	+2,5 à 8
2KBr + HgBr	»	»	+4,1 à 8
4KBr + HgBr	»	»	+4,8 à 8
KI, 2HgI	»	+2,1 (Iod. rouge) +5,1 (Iod. jaune).	»
KI, 2HgI, 2HO	»	+2,3 (Iod. rouge) +5,3 (Iod jaune).	»
HgCy, KCy	− 7,0	+8,8	+6,2 à 14
2HgCy + KCy	»	»	+7,1 à 14
4HgCy + KCy	»	»	+7,3
HgCy + 2KCy	»	»	+6,3 à 14
HgCy + 4KCy	»	»	+6,4
HgCl + HgBr	− 3,2	sensiblement nulle	
HgCl + HgI	»	(*Id.* depuis HgI rouge)	»
HgBr + HgI	»	(*Id.* depuis HgI rouge)	»
HgCl, HgCy	− 2,7	sensiblement nulle	+0,2 à 14
KI, 2HgCy	−12,0 à 14°	+6,5	+2,7 à 14
KI, 2HgCy, ½HO	−12,4	+6,9	»
4HgCy + KI	»	»	+3,0
KI + HgCy	»	»	+1,9 à 14
2KI + HgCy	»	»	+2,3 à 14
4KI + HgCy	»	»	+2,5
KBr, 2HgCy	−11,9 à 9°	+3,9	+0,5 à 9
KBr, 2HgCy, 3HO	−12,7	+4,7	»
4HgCy + KBr	»	»	+0,59
KBr + HgCy	»	»	+0,4 à 9
2KBr + HgCy	»	»	+0,7 à 9
4KBr + HgCy	»	»	+1,0
KCl, 2HgCy	− 9,0 à 9°	+1,6	+0,15 à 9
KCl, 2HgCy, 2HO	−10,4 à 14°	+3,0	»
4HgCy + KCl	»	»	+0,20
KCl + HgCy	»	»	+0,12 à 9
2KCl + HgCy	»	»	+0,26 à 9
4KCl + HgCy	»	»	+0,32

» Ces données vont nous permettre d'étudier les doubles décompositions dans les dissolutions : ces réactions se passent invariablement d'après le principe du travail maximum, pourvu que l'on tienne compte de l'existence des sels doubles et des sels acides.

» Exposons les faits, en commençant par les réactions des cyanures.

I. — *Cyanures et chlorures. — Action réciproque des acides.*



$\left\{ \begin{array}{l} \text{HgCl} \ (1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \text{HCy} \ (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}), \text{ à } 11^{\circ} \ldots\ldots \quad +5^{\text{Cal}},36 \\ \text{HgCy} \ (1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \text{HCl} \ (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots\ldots \quad -0^{\text{Cal}},04 \end{array} \right.$

» L'acide cyanhydrique, déplaçant entièrement l'acide chlorhydrique, devrait dégager $+ 15,3 - 9,7 = + 5,6$, chiffre qui ne s'écarte pas sensiblement de $+ 5,4$; surtout si l'on tient compte des différences de température et de concentration. J'ai déjà insisté sur ce déplacement total, ou sensiblement, de l'acide chlorhydrique étendu par l'acide cyanhydrique vis-à-vis de l'oxyde de mercure (1). J'ai montré aussi pourquoi cette réaction est renversée lorsqu'on opère avec le sel anhydre et le gaz chlorhydrique, ce gaz dégageant en plus toute la chaleur perdue dans la formation de ses hydrates en dissolutions étendues.

» Avec les solutions concentrées d'hydracide, le déplacement a lieu également, et cela suivant la proportion qui répond à la dose d'hydracide libre, c'est-à-dire non combiné à l'eau, existant dans les liqueurs. Je n'ai pas à revenir sur cet ordre de réactions inverses pour le moment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de deux acides dibasiques, les acides sébacique et subérique, dans la distillation des acides gras bruts au milieu d'un courant de vapeur d'eau surchauffée.* Note de MM. **A. Cahours** et **E. Demarçay**.

« Dans deux Notes successives que nous avons publiées dans les *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1568, et t. LXXXIX, p. 331, sur la nature des produits qui prennent naissance lorsqu'on distille les acides gras bruts dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, produits que nous devions à l'obligeance de M. Laurent, nous avons fait voir que ces derniers renfermaient deux sortes de composés, les uns complètement neutres, les autres présentant les caractères des acides.

» Nous avons reconnu que les premiers constituaient un mélange d'hydrocarbures, qui, après purification, nous ont présenté l'identité la plus parfaite avec les hydrocarbures saturés que l'un de nous avait antérieurement, en collaboration avec M. Pelouze, retirés des pétroles d'Amérique.

» Le second groupe de composés qui s'étaient formés simultanément

(1) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 547 à 552.

consistait en un mélange d'acides qui, après un examen approfondi, nous ont présenté la composition, ainsi que les caractères, des acides du groupe acétique appartenant à la série normale.

» Dans la décomposition des acides gras bruts opérée dans les circonstances précédentes, il se forme, indépendamment des produits dont nous venons de parler, des acides solides volatils, que M. Laurent nous a fait parvenir postérieurement et dont l'étude fait l'objet de la présente Note.

» Au lieu de nous envoyer le mélange brut de ces acides, M. Laurent l'avait soumis à un traitement préalable qui lui avait permis de le fractionner en trois portions distinctes, sur lesquelles nous avons fait les expériences que nous allons rapporter.

» La première se composait d'acides fondant vers 80° à 90°; la seconde était formée d'acides fondant entre 60° et 70°; la troisième, dont le poids était assez faible, consistait en un mélange d'acides dont le point de fusion était notablement inférieur à celui des précédents.

» Cette troisième portion renfermait des acides sensiblement identiques à ceux de la seconde, mais souillés de petites quantités d'acides gras qui en abaissaient le point de fusion.

» Afin d'arriver à séparer à l'état de pureté les acides contenus dans ces mélanges, nous avons éthérifié séparément les acides de la première et de la seconde portion au moyen de l'alcool méthylique, puis nous avons soumis à une distillation fractionnée le mélange des éthers ainsi formés, après l'avoir préalablement débarrassé des acides libres qu'il pouvait contenir, par l'agitation avec une solution faible de soude caustique.

» Il passe d'abord un peu d'alcool méthylique accompagné de traces d'éthers d'acides gras, puis le thermomètre monte jusque vers 280°-305° pour les éthers fournis par les acides de la première portion, jusque vers 260° à 285° pour les éthers de la seconde portion.

» Afin de séparer les différentes parties de ce mélange, nous avons soumis ce dernier à la distillation dans le vide, dans un appareil à boules, en mettant à part les produits qui passent de 5° en 5°.

» Nous avons obtenu de la sorte deux portions distinctes, une première bouillant de 195° à 200°, la seconde de 160° à 165°. Une petite portion bouillait déjà à 158°; une autre, également peu abondante, qui passait vers 230°, paraissait être un produit de décomposition de l'éther bouillant à 200°. La portion qui distille au-dessous de 160° paraît renfermer de petites proportions d'éthers d'acides gras, ainsi que nous avons pu nous en assurer en soumettant ces portions à la saponification et examinant les acides extraits des savons ainsi formés.

» Les portions intermédiaires entre 165° et 195° ne paraissent être qu'un mélange de deux éthers qui ont pris naissance par l'action réciproque de l'alcool méthylique et des acides précédents.

» La portion bouillant entre 195° et 200° se prend, par le refroidissement, en une masse cristalline qui n'est autre que du sébate de méthyle. Nous nous en sommes assurés du reste, en constatant que l'acide provenant de la saponification de cet éther possédait bien, en effet, toutes les propriétés physiques de l'acide sébacique, dont il présentait exactement la composition, ainsi que l'analyse nous l'a révélé. Cet acide, qui fond entre 125° et 128°, formait la presque totalité des acides de la première portion et plus de la moitié des acides de la seconde.

» L'éther bouillant entre 160° et 165° nous a donné, par la saponification, un acide fondant à 130°, qui n'était encore qu'un mélange. Pour le purifier, on l'a abandonné, après fusion, à un refroidissement gradué jusqu'à 125° environ. La portion solidifiée fut placée entre des doubles de papier buvard et maintenue à la température d'environ 128° à 130°. On retire alors des doubles de papier, dans lesquels on l'a comprimée, une masse blanche cristalline fondant entre 139° et 140°, qui présente les caractères de l'acide subérique. Pour l'obtenir entièrement pur, on l'a fait fondre de nouveau, on l'a abandonné à un refroidissement gradué, on a pulvérisé la matière solidifiée, puis on a traité cette dernière par un volume d'éther insuffisant pour le dissoudre complètement. Ce traitement, ayant été répété trois fois, a donné finalement une solution qui, soumise à l'évaporation, a laissé déposer un produit cristallisé fondant à 140° et doué de toutes les propriétés que possède l'acide subérique obtenu par l'action de l'acide azotique sur le liége ou sur les corps gras.

» Pour achever d'identifier ce produit avec l'acide subérique, nous l'avons soumis à l'analyse.

» Cette dernière nous a donné :

Pour le carbone....................	54,9
Et pour l'hydrogène...............	8,2

Le calcul donne

$$C = 55,20,$$
$$H = 8,04.$$

» Nous avons en outre préparé son sel de chaux ainsi que le sel de manganèse : nous les avons analysés, puis nous les avons comparés avec les sels de chaux et de manganèse fournis par de l'acide subérique parfaitement pur. Cet examen nous ayant fourni des résultats parfaitement iden-

tiques, nous avons pu dès lors en conclure que nous avions, en effet, affaire à de l'acide subérique.

» Les résultats que nous venons de faire connaître dans cette Note et ceux que nous avons publiés antérieurement démontrent donc, de la manière la plus nette, que la distillation des acides gras bruts dans un courant de vapeur d'eau surchauffée en opère le dédoublement en hydrocarbures saturés, homologues du gaz des marais, en acides du groupe acétique appartenant à la série normale, et finalement en deux acides dibasiques homologues de l'acide succinique, les acides subérique et sébacique, composés qui prennent naissance, ainsi que ce dernier, lorsqu'on soumet les acides gras à équivalent élevé à des influences oxydantes, lorsqu'on les soumet, par exemple, à l'ébullition avec de l'acide azotique. Nous n'avons reconnu l'existence d'aucun autre acide du groupe succinique dans le mélange d'acides, dont le poids était toutefois assez notable, que nous avons eu à notre disposition.

» Il est très probable que c'est à la décomposition de l'acide oléique, qui entre en proportion plus ou moins considérable dans les acides gras bruts, et qui est le plus altérable de tous, qu'il faut rapporter la formation de ces différents produits. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Études expérimentales relatives à l'action que peut exercer le permanganate de potasse sur les venins, les virus et les maladies zymotiques.* Note de M. **Vulpian**.

« M. de Quatrefages a lu, il y a quinze jours, devant l'Académie, une Note très intéressante ([1]), à propos d'une publication de M. de Lacerda ([2]). Il rappelle les Communications précédentes de M. de Lacerda sur le permanganate de potasse, considéré comme antidote du venin des Bothrops du Brésil, et il informe l'Académie, d'après les renseignements consignés dans le travail de l'expérimentateur brésilien, que plusieurs individus, mordus par ces serpents, ont été guéris au moyen de cet antidote. M. de Quatrefages espère que ce mode de traitement pourrait rendre de grands services dans les départements où l'on constate, chaque année, des acci-

---

([1]) De Quatrefages, *Note sur le permanganate de potasse, considéré comme antidote du venin des serpents, à propos d'une publication de M. J.-B. de Lacerda* (*Comptes rendus*, 20 février 1882.)

([2]) J.-B. de Lacerda, *O veneno ophidico et os seus antidotos*. Rio-Janeiro.

dents graves, parfois mortels, déterminés par la morsure des vipères, et il pense qu'il pourrait même être utile dans le traitement des maladies déterminées par des microbes.

» M. de Lacerda se sert d'une solution aqueuse de permanganate de potasse au centième, et il conseille de l'injecter à l'aide d'une seringue de Pravaz. On introduit ainsi lentement et graduellement la moitié du contenu de cette seringue (environ $0^{gr},005$ du sel dans $0^{cc},5$ d'eau) dans chaque trajet percé par les dents du serpent, après avoir fait une ligature au-dessus de la morsure. Aussitôt après avoir terminé les injections, on comprime les tissus de façon à faciliter la diffusion du liquide injecté. Si la morsure date de quelque temps, et s'il y a déjà des signes d'envahissement progressif du membre mordu, il faut faire des injections vers la racine de ce membre et sur les limites de la tuméfaction. Si la gravité des phénomènes indique la pénétration du venin dans les veines, il est nécessaire de pratiquer une ou plusieurs injections intra-veineuses, en se servant soit de la même seringue, soit de celle de M. Oré.

» J'ai tenu à reproduire, comme l'avait fait M. de Quatrefages, les prescriptions thérapeutiques formulées par M. de Lacerda, afin de mettre le lecteur en état de juger de la légitimité des doutes qu'elles peuvent faire naître dans l'esprit des médecins et des physiologistes.

» Le permanganate de potasse est un désinfectant d'une grande puissance; il agit avec énergie sur les liquides septiques et peut y tuer les ferments organisés. On l'a déjà employé, en chirurgie, dans le pansement des plaies putrides. M. de Lacerda, conduit par ses expériences à attribuer, avec M. Couty, le pouvoir toxique des Bothrops à des microbes, explique l'action qu'exercerait, suivant lui, le permanganate de potasse, lorsqu'on l'injecte dans des plaies faites par ces serpents, en admettant qu'il détruit la vitalité de ces microbes.

» Supposons que l'hypothèse de M. de Lacerda soit conforme à la réalité : deux cas peuvent se présenter : 1° ou bien les morsures sont tout à fait récentes, et le venin n'a pas encore diffusé au loin; 2° ou bien l'accident date de quelques heures, et le venin s'est déjà répandu de proche en proche jusqu'à une distance assez grande du trajet des morsures.

» Dans le premier cas, les injections de solution aqueuse de permanganate de potasse, faites autant que possible dans les blessures, seront vraisemblablement efficaces : le sel se mêlera au venin contenu encore dans le trajet percé par les crochets du serpent et, par l'altération qu'il lui fera subir, il anéantira son pouvoir toxique.

» Il agira de même sans doute sur le venin qui aura diffusé dans les tissus environnants, à condition qu'il puisse l'y atteindre, ce qui n'aura lieu que si cette diffusion n'a pas déjà conduit au loin ce venin. En effet, si l'on injecte sous la peau d'un mammifère, d'un chien par exemple, 1^{cc} d'eau tenant en dissolution $0^{gr},01$ de permanganate de potasse, le liquide injecté se répand jusqu'à une certaine distance du lieu de l'injection. Il se décompose, du reste, presque aussitôt après le moment de l'injection, en formant un dépôt d'hydrate de bioxyde de manganèse, dépôt brunâtre, grenu, ayant une configuration circulaire et un diamètre de $0^{m},04$ à $0^{m},05$. La pénétration du liquide n'a pas lieu dans tous les sens. S'il s'agit du tissu cellulaire sous-cutané, le dépôt est sous forme d'une plaque mince, située tout entière dans ce tissu. Dans les muscles, le sel pénètre en profondeur en même temps qu'en largeur, très irrégulièrement (1).

» On ne peut pas comparer le mode de pénétration de la solution injectée à celui du venin : la solution pénètre par imbibition, un peu par effraction, dans les sens qui s'y prêtent le mieux, et elle ne peut pas aller bien loin de cette façon, puisque le sel se décompose dès les premiers moments de son entrée en contact avec les tissus; le venin pénètre aussi par imbibition ou diffusion, mais en même temps par les voies lymphatiques, et il ne s'altère pas sur place. Il résulte de cette différence que, si le venin a déjà diffusé jusqu'à une certaine distance des plaies, on ne peut pas être certain de l'atteindre en injectant la solution de permanganate de potasse dans le trajet des morsures.

» Examinons le second cas. La morsure date de quelques heures, le venin a diffusé au loin, le membre blessé est déjà gonflé, infiltré. Il faut alors, d'après M. de Lacerda, pratiquer des injections vers la racine du membre et sur les limites de la tuméfaction. Or, d'après ce que je viens de dire, il est certain que le permanganate de potasse ne pourra atteindre les tissus infiltrés que dans des points très limités. Dans de telles conditions, les injections de ce sel ne doivent avoir, semble-t-il, presque aucune efficacité (2).

---

(1) Le dépôt de bioxyde de manganèse disparaît plus tard. Si l'on examine le tissu cellulaire au bout de trois ou quatre jours, dans les points au niveau desquels l'injection a été pratiquée, on ne trouve plus qu'une sorte de tache de teinte blanche, surtout vers sa circonférence. Cetle teinte est due à une altération spéciale des fibrilles du tissu connectif, produite par le permanganate de potasse.

(2) Elles peuvent donner lieu à des abcès, comme je l'ai vu dans une de mes expériences.

» Outre les deux cas dont je viens de parler, un troisième cas, signalé par M. de Lacerda, peut se présenter : celui dans lequel la morsure du serpent venimeux peut ouvrir une veine et y faire pénétrer directement le venin. Lorsqu'il en est ainsi, les symptômes généraux se produisent beaucoup plus rapidement et sont bientôt très menaçants. M. de Lacerda conseille, dans ce cas, d'injecter dans une veine la solution de permanganate de potasse au centième.

» Les expériences que j'ai faites sur des chiens montrent que les injections intra-veineuses de $0^{gr},25$ ou de $0^{gr},50$ de permanganate de potasse, en solution aqueuse au centième, ne produisent en général que des effets toxiques passagers, si les animaux sont de grande taille : mais un chien de petite taille peut être tué, dans ces conditions, par $0^{gr},50$ de ce sel. Les chiens de forte taille ne résistent pas à une injection intra-veineuse (faite avec la plus grande lenteur) de 1^{gr} de permanganate de potasse dans 200^{gr} d'eau. Les symptômes principaux sont une titubation passagère, de l'abattement, des vomissements, de la diarrhée, puis un affaiblissement progressif qui amène la mort en dix à vingt heures [1]. Peut-être, si l'on juge par l'état dans lequel on trouve le corps de l'animal, la mort est-elle précédée quelquefois par des convulsions. Il y a souvent une teinte jaune, ictérique, très prononcée de la peau, des muqueuses, du tissu circulaire, des artères et des tissus blancs en général. *La putréfaction est très rapide* : elle est manifeste au bout de dix à douze heures (février). Le sang présente les caractères du *sang dissous*; il y a souvent des ecchymoses sous les diverses séreuses et sous l'endocarde, le foie est décoloré, la membrane muqueuse gastro-intestinale est fortement congestionnée, les reins sont congestionnés aussi, l'urine est souvent sanguinolente (hémoglobinurie) et contient très peu d'urée [2]; il y a parfois des infarctus pulmonaires. L'examen microscopique du sang du cœur y montre des granulations qui paraissent être microbiennes; le pus d'un abcès sous-cutané, formé dans le point où l'on avait fait une injection de $0^{gr},01$ de permanganate de potasse en solution au centième, contenait manifestement des microbes.

» D'après ce que j'ai vu, il me semble qu'une injection intra-veineuse de quelques centigrammes de permanganate de potasse, en solution au centième, ne peut exercer aucun effet sur le venin qui aurait pénétré dans le sang, car, répartie dans la masse du sang, cette quantité de permanga-

---

(1) Si l'injection était faite très rapidement, la mort pourrait sans doute survenir au bout de quelques instants, par arrêt du cœur.

(2) Le sulfhydrate d'ammoniaque n'y forme aucun précipité.

nate serait tellement diluée qu'elle serait inerte; il faut ajouter que le permanganate se décompose sans doute très peu d'instants après sa pénétration dans le sang (¹). D'un autre côté, si l'on voulait injecter une dose efficace, la mort serait la conséquence certaine de cette condamnable entreprise.

» Les faits de guérison de morsures de Bothrops, obtenue à l'aide d'injections sous-cutanées et intra-veineuses d'une solution au centième de permanganate de potasse, seraient donc bien difficiles à expliquer, si l'on ne savait que ces morsures, au Brésil, ne sont pas toujours mortelles.

» En résumé, l'influence du permanganate de potasse n'a pu être utile que dans les cas de morsures très récentes. Lorsque la morsure avait eu lieu une ou plusieurs heures avant l'essai de traitement par le permanganate de potasse, on ne peut s'empêcher de croire que les injections de ce sel n'ont pu exercer aucune action sur l'évolution des effets du venin.

» Toujours est-il que l'on aurait tort de compter sur l'efficacité de cette médication dans les cas où il s'agirait d'autres serpents venimeux dont les morsures sont plus souvent et plus rapidement mortelles.

» L'expérimentation sur les animaux conduit à déconseiller absolument des essais de traitement des maladies zymotiques au moyen du permanganate de potasse. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Mémoire sur la génération et la régénération de l'os des cornes caduques et persistantes des Ruminants;* par MM. **Ch. Robin** et **Herrmann.**

« Après que Henri Müller et Gegenbaur eurent jeté les fondements de la théorie, classique aujourd'hui, de l'ostéogénie, on continua cependant à admettre, pour quelques cas particuliers et à titre d'exception, la *transformation directe* du cartilage en os. D'après la plupart des auteurs, l'exemple le plus frappant de cette ossification, dite *métaplastique,* serait offert par le développement du *bois* des Cervidés et par celui de l'axe osseux qui supporte les cornes creuses ou persistantes des autres Ruminants.

» Lorsqu'on examine l'extrémité d'un *bois* de Cerf ou de Chevreuil en voie de croissance, on constate qu'elle est formée par une substance d'un gris soit rougeâtre, soit blanchâtre, un peu plus molle que le cartilage, par-

(¹) Le permanganate de potasse se décompose aussi dans l'estomac, peu d'instants après qu'il y a été introduit.

courue longitudinalement par des conduits vasculaires, et se continuant insensiblement avec la portion sous-jacente déjà ossifiée.

» Ces conduits, anastomosés entre eux, donnent à l'ensemble du tissu, d'aspect cartilagineux, de cette extrémité de la dague ou d'un *andouiller*, sur une longueur de $0^m,01$ à $0^m,03$, la texture générale qu'on connaît dans le *bois*. Sensiblement plus larges dans l'os formé que dans le tissu mou qui le surmonte, ils ont une largeur qui varie, de l'un à l'autre, en moyenne de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre ; l'épaisseur de la substance qui les sépare varie, de son côté, entre quelques centièmes de millimètre et $\frac{1}{10}$ environ. Ils sont parcourus par des capillaires, au nombre de deux à quatre, entourés de tissu cellulaire mou qui les sépare de la substance solide dans laquelle ils sont creusés, comme de l'os que celle-ci continue.

» Cette dernière, d'une structure et d'une composition remarquables, mais qui n'est pas celle du cartilage, mérite le nom de *substance préosseuse* ou *tissu préosseux*.

» Cette substance, constituant une unité anatomique et physiologique réelle, n'existe qu'à l'état de minces couches ou de filaments sur l'homme et la généralité des Mammifères. Mais, durant l'accroissement du *bois* des Cervidés, de la *columelle* ou *axe osseux* des cornes épidermiques des autres Ruminants, elle forme le bout de l'organe, elle prolonge l'os saillant sur une longueur et une épaisseur de $0^m,01$ à $0^m,02$ et plus chez les premiers, de $0^m,001$ à $0^m,004$ ou environ chez les seconds. Elle constitue là une certaine masse, alors qu'elle n'est qu'à l'état de minces prolongements microscopiques sur la périphérie des os en voie de croissance à la voûte du crâne et à la face; mais les coupes minces qu'on en fait pour l'étude donnent des dispositions et des aspects semblables à ceux qui existent naturellement sur le bord des os qui ne sont pas précédés d'un cartilage de même forme.

» Les coupes minces de cette substance la montrent homogène ou très finement grenue et striée par places, hyaline et assez réfringente, creusée de cavités séparées les unes des autres par une épaisseur de substance de un à deux centièmes de millimètre, formant cloisons, et qui lui donnent un aspect aréolaire ou réticulé. Chacune de ces cavités est remplie par une ou quelquefois deux des cellules appelées *ostéoblastes;* ces dernières sont de grandeur et de forme sensiblement différentes, selon qu'on les observe près du sommet sous-cutané ou du pourtour de la masse préosseuse, ou, au contraire, près de l'os déjà régénéré. Ce sont ces portions intercavitaires de la substance qui, directement pénétrées par les sels calcaires, deviennent peu à peu la substance dure ou fondamentale de l'os, tandis que les cavi-

tés contenant les *ostéoblastes*, par suite de cette production, deviennent les *corpuscules* ou *lacunes radiées* des os, ou *ostéoplastes*, retenant l'*ostéoblaste* comme contenu.

» L'analyse chimique de plusieurs centimètres cubes de la *substance préosseuse* du Chevreuil, faite par M. Henninger, comparativement à celle de l'osséine tirée de l'os même, nous a montré que la substance organique de l'une et de l'autre a les caractères chimiques de l'*osséine*, et non ceux de la *cartilagéine* ou *chondrogène*; de l'une comme de l'autre, en un mot, on n'a retiré que de la *gélatine*, sans trace de *chondrine*.

» Le tissu préosseux, qui jusqu'à présent avait été pris pour du cartilage, n'en est aucunement. Non seulement ses principes immédiats constitutifs sont autres, mais sa substance fondamentale hyaline intercellulaire a des caractères autres que ceux de son homologue dans le cartilage; d'autre part, les cellules incluses dans ses cavités, comme le sont ailleurs les cellules cartilagineuses dans les *chondroplastes*, sont des *ostéoblastes* et n'ont pas les caractères des *cellules du cartilage* (1). Il en est ainsi, comme nous l'avons dit, non seulement sur les Cervidés, mais encore au sommet de l'axe osseux qui portera ou qui porte déjà la corne épidermique des veaux, des jeunes béliers, etc.

» Ce sont des prolongements ou radiations osseuses superficielles périphériques de ce tissu, redressées en quelque sorte, qui, chez les Ruminants, amènent la production de l'*apophyse frontale*. Cette production a lieu par surélévation cylindrique de ceux de ces prolongements qui forment et continuent tant la table externe du frontal que son diploé, sur les Ruminants à cornes caduques et sur les Antilopes. Il en est de même pour les Bovidés, Ovidés et Capridés, mais durant le jeune âge seulement; car bientôt les sinus frontaux s'étendent dans cette apophyse et, de pleine qu'elle était, la rendent creuse et lui donnent la lame interne lisse que tapisse la muqueuse des sinus.

---

(1) Toutes ces dispositions et les réactions colorantes nous ont montré que, réduite en couches minces, la *substance préosseuse* offre ici les plus grandes ressemblances avec les minces prolongements de substance préosseuse existant autour des os de la voûte du crâne du fœtus. Ici seulement, les *ostéoblastes*, au lieu d'être disposés en couche continue autour des prolongements de substance préosseuse, se trouvent dans son épaisseur, comblant les alvéoles dont est creusée celle-ci. Cette ressemblance devient réellement similitude lorsque, sur les coupes, on passe du tissu ainsi constitué aux prolongements déjà osseux, étendus dans son épaisseur, pourvus de larges *ostéoplastes* et disposés en alvéoles médullo-vasculaires ou diploïques, tels que ceux des bords minces du frontal, du pariétal, etc.

» Cette apophyse frontale, à surface dure et lisse, est continuée elle-même, chez les Ruminants à cornes persistantes (Bœuf, Mouton, etc.), par l'*axe osseux* aréolaire, diploïque en quelque sorte dans toute son épaisseur; sa surface même est fort différente de la lame externe des os du crâne; elle est aréolaire ici comme dans son épaisseur, en raison des nombreux orifices vasculaires tant larges que très fins dont elle est percée.

» C'est un tissu analogue à ce dernier, comme lui à alvéoles étroits et longs (en moyenne larges de deux dixièmes de millimètre sur deux millimètres au plus de long), bien plus rapprochés, c'est-à-dire séparés par de plus minces lamelles qu'ailleurs, et non un tissu compact, qui continue l'apophyse frontale sur les Cervidés, et qui constitue chez ces animaux les *cornes caduques*.

» Or ce prolongement résulte précisément de la production en largeur et en épaisseur, au sommet de l'apophyse frontale, du tissu préosseux, dont la substance propre d'une part, les *ostéoblastes* inclus de l'autre, passent directement : la première à l'état de *substance fondamentale osseuse* ou dure, et les seconds directement aussi à l'état de *cellules osseuses* contenues dans les *ostéoplastes* ou *cavités caractéristiques radiées de l'os*.

» Seulement ici cet os se distingue de celui de l'*apophyse frontale* et du frontal, etc. : 1° par la présence d'une couche hyaline dure, mais homogène, sans *ostéoplastes* sur toute la face interne de ses conduits médullo-vasculaires, couche qui existe déjà sur le tissu préosseux avant que s'y soit produite la substance calcaire qui en fait de l'os; 2° par l'absence de toute disposition de l'os en couches concentriques (dites systèmes de Havers), tant autour des canalicules vasculaires que des alvéoles médullo-vasculaires sur le Bœuf comme sur le Chevreuil, etc., etc.; 3° chez les Cervidés par l'absence de cellules adipeuses dans la moelle de ces alvéoles, tandis qu'il y en a dans ceux de l'apophyse frontale et du diploé frontal, etc.

Une ou deux couches de médullocelles, accompagnées de nombreuses myéloplaxes, s'interposent à la couche hyaline, homogène, sans *ostéoblastes*, qui limite les tubes des *bois*. Cette interposition commence à $0^m,01$ environ du sommet de l'andouiller, alors que la substance préosseuse est déjà plus ou moins chargée de granules calcaires et en voie de parvenir à l'état de substance osseuse ; les cavités contenant les *ostéoblastes* sont ici encore dépourvues des canalicules radiés qu'elles montrent plus bas, au niveau des points où l'ossification est complète (¹). Ailleurs seront décrits

---

(¹) *Voir* Ch. Robin, *Étude des ostéoplastes au moyen de l'action particulière exercée par*

les divers modes de l'arrivée des cavités de la substance préosseuse à l'état de *cavités radiées* de l'os et du passage des *ostéoblastes* à l'état de cellules osseuses proprement dites remplissant ces cavités, tant sur les Cervidés que dans l'axe osseux des Ruminants à cornes épidermiques.

» Après la chute du *bois* des Cervidés, la substance préosseuse se régénère la première, et ce sont les phases précédentes de son arrivée à l'état osseux qui mettent l'os nouveau en continuité de matière avec l'os ancien. Au niveau du plan de rupture, devenu le plan d'union des deux os, il n'y a pas de différence saisissable entre eux, quant au nombre, à l'écartement et aux dispositions des ostéoplastes; mais, 1° les cloisons osseuses, limitant les alvéoles du *bois*, sont sensiblement plus minces que dans l'apophyse frontale, et ces alvéoles plus larges avec plus de myéloplastes dans leur moelle; 2° la substance hyaline dure, sans ostéoplastes, qui, à la face interne des alvéoles du *bois*, forme une couche épaisse de $0^{mm},02$ ou environ, cesse d'exister et manque dans l'apophyse frontale; 3° les conduits de Havers ou à couches concentriques manquent au contraire dans le tissu du *bois* et existent dans celui de l'apophyse qui porte ce dernier; 4° la substance organique de l'os décalcifié est plus colorée par le carmin sur le *bois* que sur l'apophyse; 5° ordinairement les lamelles osseuses du premier sont brusquement inclinées sous un angle de 20° ou environ, par rapport à celles des alvéoles de l'apophyse; 6° lorsque le *bois* est dépouillé de sa peau, en particulier, et va tomber, le niveau de la jonction est indiqué par plus de translucidité de la substance fondamentale de l'os, sur une hauteur de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre.

» Tous ces fatis démontrent d'une façon péremptoire qu'il s'agit dans les cas précédents d'une production d'*os spongieux*, qui a lieu de la même manière que dans la voûte du crâne et dans tous les os non précédés d'un cartilage de même forme. Il ne saurait être question, à aucun titre, d'une ossification *directe*, dite métaplastique, *du cartilage*. Pour admettre cette dernière, il serait de toute nécessité de constater nettement :

» 1° Un changement d'ordre morphologique, le passage de la cellule cartilagineuse à l'état de *cellule osseuse*, et celui du *chondroplaste* à l'état d'*ostéoplaste, cavité* ou *lacune radiée* des os;

» 2° Une transformation chimique, celle de la substance fondamentale du *cartilage* en celle de la *substance osseuse dure*.

---

la glycérine sur les éléments anatomiques des os frais (*Comptes rendus*, 1857, t. XLIV, p. 743).

» Or, ayant examiné les cas spéciaux sur lesquels s'appuient les partisans d'une *ossification directe du cartilage*, nous avons reconnu qu'aucun d'eux ne pouvait satisfaire aux deux conditions précitées, et qu'ils rentrent, sans exception, dans les règles générales de l'ostéogénie, telles qu'elles ont été posées d'abord par H. Muller et Gegenbaur.

» Que l'on s'adresse à l'*ostéogénie libre* (os non précédé d'un cartilage de même forme) ou à l'*ostéogénie enchondrale*, le mécanisme fondamental est toujours le même : apparition d'éléments spéciaux, les *ostéoblastes*, autour desquels se produit une matière homogène résistante qui les enveloppe de toutes parts, et au sein de laquelle ils ne tardent pas à prendre l'aspect et les réactions caractéristiques, au contact de la glycérine, etc., des cellules de l'os adulte.

» Seulement, et c'est là ce qui paraît avoir induit en erreur les observateurs qui nous ont précédés, les cellules ne revêtent pas toujours immédiatement leur *forme radiée* définitive, et la substance fondamentale elle-même ne présente pas d'emblée les caractères qu'elle a lorsque l'ossification est complètement achevée : elle ne les acquiert que progressivement ; de là l'existence de zones de transition plus ou moins étendues au niveau de la ligne d'ossification.

» Pour se rendre un compte exact des faits de cet ordre, il faut envisager séparément l'*ostéogénie libre* et l'*ostéogénie enchondrale*.

» A. Dans le développement de la voûte du crâne par exemple, on a noté depuis longtemps ce fait, que la partie superficielle des travées osseuses, celle qui vient d'être formée au contact des *ostéoblastes*, offre, sur une épaisseur de quelques millièmes ou centièmes de millimètre, un aspect strié particulier, et qu'elle se teinte en rose par le carmin, comme le *tissu préosseux* des Ruminants, ce que ne fait pas le cartilage ; cette zone marginale *préosseuse* s'épaissit par places, de manière à englober deux ou trois rangées d'ostéoblastes au lieu d'une seulement. C'est là une disposition qui représente en quelque sorte le rudiment de celle qui existe au sommet de l'axe osseux des cornes épidermiques et de l'extrémité du *bois* des Cervidés ; seulement, au lieu d'avoir une épaisseur très faible, la substance préosseuse s'étend alors sur une longueur de $0^m,01$ et plus [1].

---

[1] De tous les auteurs que nous avons consultés, le seul qui ait indiqué exactement ces faits est Landois ; il nie la nature cartilagineuse de la substance préosseuse, bien qu'il n'en eût pas fait l'analyse chimique, et compare l'ossification du bois à celle de la voûte cranienne chez la Souris à terme.

» B. Dans l'ossification enchondrale, on observe des différences notables quant à l'étendue des zones de calcification (zone granuleuse et zone hyaline) et à la multiplication des cellules du cartilage, suivant les points du squelette que l'on examine.

» Sur les anneaux de la trachée des oiseaux, il se produit une calcification d'abord grenue, puis hyaline, portant sur toute la masse de l'anneau; ce n'est que tardivement en quelque sorte qu'on voit les vaisseaux pénétrer dans ce tissu, et l'os se déposer suivant le mode habituel. Les extrémités de la clavicule, chez l'homme, sont également calcifiées tout d'abord sur une assez grande étendue, ainsi que le condyle du maxillaire inférieur, avant que survienne leur arrivée à l'*état de substance osseuse dure*, homogène, avec englobement et inclusion des *ostéoblastes*. Sur ces organes enfin, durant l'ossification, ce sont les réactions et la composition du cartilage et non celles du tissu préosseux qu'on observe. Des différences moins accusées existent à cet égard sur la plupart des os; on en remarque également d'autres ayant trait soit à la multiplication plus ou moins considérable des cellules du cartilage et à leur disposition en rangées parallèles, soit aux variations que présente la résorption osseuse quant à son début, tantôt précoce, tantôt tardif, et quant à son degré d'activité ([1]).

» En résumé, tous ces cas particuliers, regardés à tort comme des exceptions, ne représentent que des variantes plus ou moins accentuées du mécanisme aujourd'hui bien connu de l'ostéogénèse. Elles s'écartent plus ou moins du type le plus répandu, et ces dissemblances semblent marcher de pair avec la rapidité de l'accroissement. C'est ainsi que, dans le *bois* des Cervidés, où il se produit en peu de temps une grande quantité de tissu osseux, le dépôt des sels calcaires ne semble pas pouvoir se faire aussi vite qu'a lieu la production des substances albuminoïdes (osséine) qui entrent dans la composition de l'os. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle pompe destinée à comprimer les gaz*; par M. Cailletet.

« On obtient généralement la liquéfaction de l'acide carbonique et du protoxyde d'azote, qui sont employés dans les laboratoires comme sources

([1]) On pourrait ainsi dresser une échelle des diverses pièces du squelette, suivant leur mode individuel d'ossification, mais il faudrait pour cela les préparer toutes sur un même sujet, attendu qu'il faudrait tenir compte des changements qui peuvent se produire à cet égard sur le même os considéré à divers stades de développement.

de froid énergique, soit en dégageant ces gaz dans un espace limité, où ils se compriment eux-mêmes, soit en les accumulant, au moyen d'une pompe, dans des récipients d'une grande résistance.

» L'appareil de Thilorier, dans lequel l'acide carbonique se liquéfie au contact des corps qui le produisent, ne peut guère servir qu'à condenser ce gaz.

» Les pompes actuellement en usage nécessitent une assez grande dépense de force, et leur effet utile est souvent réduit, quelquefois même annulé, par l'*espace nuisible* qui existe toujours entre le piston et le fond du cylindre.

» On sait en outre combien le fonctionnement des soupapes d'aspiration est irrégulier et cause de dérangements à la marche de ces appareils.

» J'ai étudié une disposition de pompe qui me permet d'obtenir de grandes quantités d'acide carbonique ou de protoxyde d'azote liquides, et de comprimer les autres gaz difficilement liquéfiables à des pressions supérieures à 200^{atm}.

J'ai supprimé complètement dans mon appareil tout espace nuisible, en recouvrant le piston plongeur de mercure, qui ne laisse en se déplaçant aucun vide dans le cylindre. Regnault avait déjà fait construire une pompe dans laquelle le mouvement de va-et-vient d'une colonne mercurielle aspirait et comprimait les gaz. Cet appareil ne semble pas avoir donné des résultats pratiques, car il n'a pas été employé depuis.

» Dans la pompe que j'ai fait construire à Châtillon, le travail développé par une machine motrice, ou simplement par un homme, agit sur un arbre coudé qui porte le volant et se transmet à une bielle, dont l'extrémité inférieure met en mouvement un balancier doublement articulé et relié au bâti de l'appareil.

» L'extrémité libre de ce balancier, qui dans son mouvement décrit une ligne droite, imprime au piston plongeur A un mouvement alternatif dans le cylindre B.

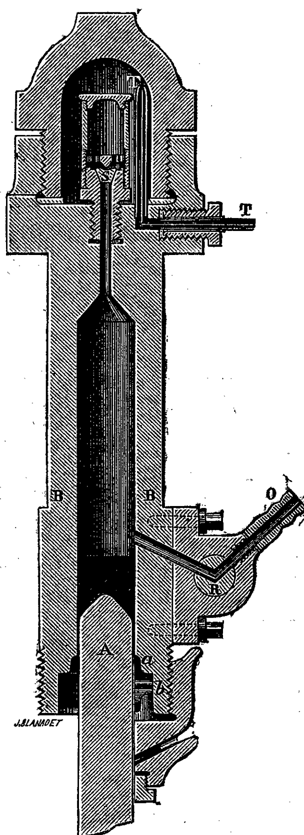
Des cuirs emboutis *a* et *b*, ainsi que le mercure qui recouvre le piston et remplit l'espace resté libre entre ce piston et le corps de pompe, s'opposent absolument à la sortie des gaz comprimés et à la rentrée de l'air extérieur, pendant l'aspiration de la pompe.

» Le robinet en acier R remplace la soupape d'aspiration; il est mis en mouvement par deux cames, qui ouvrent et ferment au moment convenable le chemin que suit le gaz en arrivant par l'orifice O.

» On comprime à chaque révolution du volant environ $\frac{1}{3}$ de litre de gaz;

il est donc facile d'obtenir en une heure de travail 400gr ou 500gr d'acide carbonique ou de protoxyde d'azote liquide, en aspirant ces gaz dans un appareil continu ou dans un gazomètre.

» Lorsque le gaz comprimé par la couche de mercure qui recouvre le piston a acquis une tension suffisante, il soulève la soupape en ébonite S et, passant par le tube TT auquel est soudé un tube de cuivre flexible, vient s'accumuler dans le récipient qui doit le contenir. Un second tube sem-



blable au tube TT, non représenté dans la figure, fait communiquer l'appareil avec un manomètre métallique qui donne une mesure approchée de la pression du gaz comprimé.

» Le graissage des pièces en mouvement au contact du mercure ne peut se faire avec des graisses ou des huiles, qui, en s'unissant au mercure, forment une masse presque solide. J'ai pu résoudre cette difficulté pratique en employant soit de la glycérine, soit mieux encore de la *vaseline*, produit de la distillation des pétroles.

» Lorsqu'on veut emmagasiner de grands volumes de gaz comprimés, on ne peut plus se servir de bouteilles en fer; j'ai fait construire dans ce but un récipient, formé de tubes métalliques disposés en faisceaux qui communiquent entre eux et contiennent environ 4^{lit}; grâce à cette disposition, on peut recueillir et conserver sans danger des gaz comprimés à plusieurs centaines d'atmosphères.

» La pompe que je viens de décrire succinctement n'a besoin, pour fonctionner, que d'une faible force motrice; elle peut comprimer cependant de grands volumes de gaz à de hautes pressions, en évitant tout mélange d'air; elle présente aussi l'avantage de ne pas s'échauffer, car la chaleur dégagée par la compression se répartit, grâce au mouvement du mercure, dans la masse du cylindre, qui se refroidit rapidement sans qu'il soit besoin de faire circuler un courant d'eau froide.

» Cet appareil, par les avantages qu'il présente sur les anciennes pompes de compression, rendra, je l'espère, de réels services aux laboratoires et à l'industrie. »

M. Debray fait remarquer que l'appareil de M. Cailletet fonctionne avec succès, au laboratoire de l'École Normale, depuis un mois environ. Il donne facilement de grandes quantités d'acide carbonique et de protoxyde d'azote liquides, avec lesquels M. Cailletet étudie, à de très basses températures, la compression des gaz considérés autrefois comme permanents. Si les résultats numériques donnés par M. Sarrau dans son intéressante Communication (1) sont exacts, si l'oxygène peut être liquéfié à $-105,4$ à une pression de $48^{\text{atm}},7$, les dispositions adoptées par M. Cailletet dans sa nouvelle série d'expériences permettront, à coup sûr, d'obtenir l'oxygène liquide.

CHIMIE. — *Méthode expéditive pour la détermination de la densité des gaz*; par M. G. Chancel.

« Il arrive fréquemment que, dans diverses réactions, et notamment dans les distillations sèches des substances organiques, il se dégage des gaz sur la nature desquels il est impossible au chimiste de se prononcer sans le secours de l'analyse. Dans ces cas, la connaissance de leur densité est une indication précieuse, permettant souvent de reconnaître immédiatement si l'on a affaire à un gaz défini ou à un mélange.

(1) Voir plus loin, p. 639.

» M. H. Kopp a montré [1], en effet, que l'on obtient le poids moléculaire d'une substance quelconque, considérée à l'état de gaz ou de vapeur, quelle que soit d'ailleurs sa composition, en multipliant sa densité rapportée à l'air par le nombre constant 28,87, double du quotient que donne la densité de l'air divisée par celle de l'hydrogène (2 : 0,06926 = 28,87).

» La détermination de la densité des gaz conduira donc à un élément de contrôle important, à la condition qu'elle puisse être faite par des moyens simples, très expéditifs et cependant suffisamment exacts.

» La méthode que je propose répond à toutes ces exigences. Une longue pratique m'a démontré que la suite des expériences qu'elle réclame est aussi rapide que facile. La précision des résultats qu'elle donne ne laisse rien à désirer. Je la crois donc destinée à devenir d'un usage courant dans les laboratoires. Elle est fondée, comme celle de M. Dumas pour les vapeurs, sur le déplacement de l'air d'un ballon par le courant du gaz dont on veut avoir la densité.

Fig. 1.

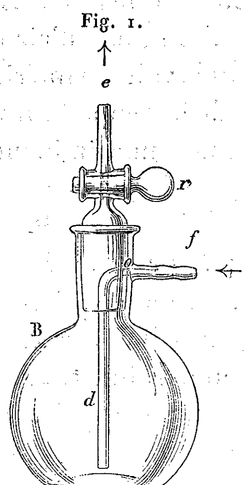
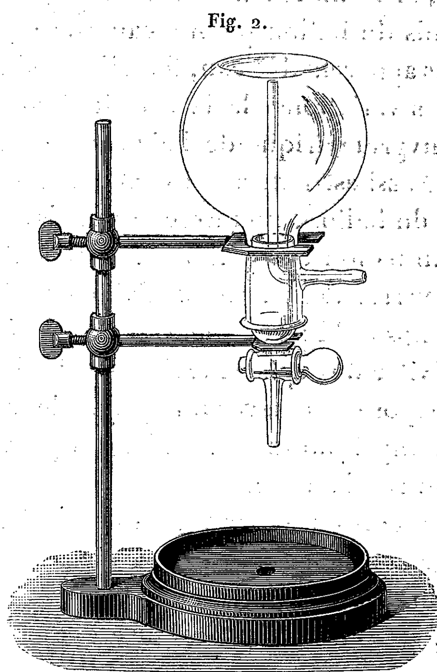


Fig. 2.



» L'appareil que j'emploie est représenté dans les figures ci-dessus. Il consiste en un ballon B (*fig.* 1), soufflé à la lampe, d'une capacité de 200^{cc}

[1] H. Kopp, *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 1347.

à 250cc. Le col de ce ballon porte une tubulure *f*, de petit diamètre; il reçoit un bouchon creux terminé à sa partie supérieure par un tube étroit qui porte un robinet *r*. A l'intérieur de ce bouchon est soudé, dans l'épaisseur de la paroi, un tube recourbé *d*, qui arrive à quelques millimètres du fond du vase et dont l'ouverture supérieure peut être amenée à coïncider, en *o*, avec la tubulure *f*, en tournant convenablement le bouchon (¹).

» Avant de faire usage de cet appareil, il est nécessaire d'en établir une fois pour toutes les constantes, à savoir le volume intérieur du ballon et le poids de l'air correspondant. Pour cela, on le remplit d'eau distillée dont on prend la température, et, après s'être assuré qu'il ne reste aucune bulle d'air ni dans le vase, ni dans le bouchon, on le pèse. Il faut ensuite vider le ballon, le sécher soigneusement, enduire le bouchon et le robinet d'une légère couche de graisse, puis le remplir d'air sec en mettant en relation la tubulure *f* avec un tube à potasse et un tube à chlorure de calcium, et la tubulure *e* avec un aspirateur. La température et la pression ayant été notées, on ferme le ballon et l'on en détermine exactement le poids. L'excès du poids du ballon plein d'eau sur le poids du ballon plein d'air donne le poids apparent de l'eau, d'où l'on déduit facilement le volume intérieur V.

» Les variations de la pression barométrique, de la température et de l'état hygrométrique de l'air exercent sur les résultats une influence notable. Aussi est-il nécessaire, afin d'annuler les effets de la poussée, de faire la tare du ballon, non avec des poids, mais, ainsi que le prescrit Regnault, avec un ballon compensateur de même volume extérieur et soufflé avec le même verre. Cette tare est d'ailleurs définitive; elle sera invariable aussi longtemps qu'il ne surviendra aucun changement au ballon à gaz. Il faut donc éviter de déplacer sans nécessité le bouchon ou le robinet, afin de ne pas s'exposer à enlever une partie de la légère couche du corps gras. Tous les gaz emprisonnés dans le ballon peuvent en être facilement expulsés par un courant d'air sec.

» Les constantes étant connues, voici comment on détermine la densité d'un gaz quelconque. Après avoir ouvert le robinet *r* et fait tourner le bouchon de manière à placer l'ouverture supérieure du tube *d* exactement en regard de celle de la tubulure latérale *f* du col, on met, au moyen d'un

(¹) Cet instrument ne saurait donner de bons résultats que si sa construction est irréprochable. Les ballons dont je fais usage remplissent toutes les condisions voulues; ils ont été construits par M. Alvergniat avec une rare perfection. Les gaz qui y sont emprisonnés ne subissent aucune variation de poids, même après plusieurs jours.

caoutchouc, cette tubulure en relation avec le courant gazeux. Le gaz, qui doit préalablement être convenablement lavé et parfaitement desséché, arrive ainsi au fond du ballon et déplace rapidement l'air qui s'échappe par la tubulure *e* du bouchon.

» Afin de connaître avec précision la température du gaz qui pénètre dans le ballon, on met la tubulure *e* en communication avec un large tube dans l'axe duquel est placé un thermomètre très sensible; le tout est enfermé dans une cage en bois, dont deux des faces opposées sont en verre à vitres, afin de mettre le ballon et le thermomètre à l'abri des variations brusques de température.

» Au moment de mettre fin à l'expérience, on note les indications du thermomètre et du baromètre, puis on fait tourner le bouchon, en ayant soin de ne pas le soulever; après avoir ainsi intercepté l'arrivée du gaz, on enlève le caoutchouc de la tubulure *f*, et on ferme le robinet.

» En opérant comme il est dit, on est assuré que le gaz qui remplit le ballon s'est mis en parfait équilibre avec la pression extérieure.

» Lorsque le gaz est plus lourd que l'air, on place le ballon comme l'indique la *fig.* 1, tandis que pour les gaz plus légers on le fixe renversé sur le support représenté par la *fig.* 2. En cas d'incertitude, un essai préliminaire indiquera comment devra être disposé le ballon pour l'expérience définitive.

» Le ballon plein de gaz étant porté dans la balance, on attend qu'il ait pris la température de l'air de la cage, puis on effectue la pesée.

» Toutes les données étant maintenant obtenues, voici les calculs à faire pour en déduire la densité du gaz. Soient :

V le volume intérieur du ballon (en centimètres cubes) [1];
a le poids constant de l'air correspondant au volume V, à la température et sous la pression observées, que contenait le ballon quand on en prenait la tare;
e l'excès, positif ou négatif, du poids du ballon plein de gaz sur le poids du ballon plein d'air;
t la température du gaz;
H la pression barométrique réduite à zéro.

---

(1) Comme on opère à la température ambiante, qui ne varie que dans des limites peu étendues, on n'a pas à tenir compte de la dilatation de l'enveloppe, car elle ne peut changer la capacité du ballon de plus d'un dixième de centimètre cube, quantité inappréciable comparativement aux erreurs d'observation. Le volume du ballon peut donc être considéré comme constant.

» Le poids p du gaz sera

$$p = a \pm e,$$

suivant qu'il est plus lourd ou plus léger que l'air. Ainsi, avec un ballon d'une capacité de $223^{cc},6$, on a trouvé pour le poids de l'air, $a = 0^{gr},2807$; rempli de gaz carbonique, le ballon a éprouvé une augmentation de poids $e = 0^{gr},1445$, tandis que plein d'ammoniaque il a perdu $0^{gr},1155$ de son poids. D'après cela, les poids des deux gaz sont :

Gaz carbonique..... $p = 0^{gr},2807 + 0,1445 = 0^{gr},4252$
Ammoniaque....... $p = 0^{gr},2807 - 0,1155 = 0^{gr},1652$

» Pour avoir la densité D du gaz, il faut ramener à la température et à la pression normales le volume V quand le ballon a été fermé à la température t et sous la pression H, multiplier le volume ainsi corrigé par $0^{gr},001293$, qui est le poids de 1^{cc} d'air à 0° et à 760^{mm}, et diviser par le produit le poids p du gaz. On aura donc

$$D = \frac{p(1 + 0,003665.t).760}{V.0,001293.H}.$$

» En substituant à V sa valeur, $223^{cc},6$, qui est invariable tant qu'on fait usage du même ballon, l'expression de la densité devient, après la réduction des constantes :

$$D = p(1 + 0,003665.t).2628.\frac{1}{H}.$$

» Je réunis dans le tableau suivant les densités d'un certain nombre de gaz prises par cette méthode :

Noms des gaz.	Formule moléculaire 2 vol.	Tempér. du gaz t.	Barom. à 0° H.	Poids du gaz p.	Densité trouvée D.	Densité normale observée.	Densité théorique $\frac{m}{28,87}$ (1).
		°	mm	gr			
Hydrogène..........	HH	12,0	766	0,0195	0,0698	0,06926	0,06926
Oxygène............	OO	13,0	779	0,3132	1,1071	1,1056	1,1084
Azote..............	AzAz	11,3	765	0,2712	0,9703	0,9714	0,9696
Chlore.............	ClCl	11,7	774	0,7010	2,4824	0,4807	2,4587
Ammoniaque........	AzH^3	12,0	766	0,1652	0,5917	0,5967	0,5887
Gaz carbonique.....	CO^2	10,0	758	0,4252	1,5283	1,5291	1,5237
Gaz sulfureux.......	SO^2	10,0	754	0,6230	2,2512	2,2550	2,2158
Chlorure de méthyle..	CH^3Cl	9,1	779	0,5018	1,7492	1,7310	1,7488

» On voit, par ce tableau, que la nouvelle méthode donne des résultats

(1) Dans la dernière colonne, m représente le poids moléculaire du gaz.

très satisfaisants. Comme elle est fondée sur l'emploi d'un instrument toujours prêt pour l'expérience et dont le maniement est des plus simples, elle se recommande d'une manière toute spéciale pour la détermination de la densité du gaz de l'éclairage, pour celle des gaz qui s'échappent du sol ou dans les galeries de mines, et pour d'autres usages techniques. »

M. **Yvon Villarceau**, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de son Mémoire « Sur les Méthodes de Wronski, en Mécanique céleste », s'exprime comme il suit :

« J'ai présenté à l'Académie, dans sa séance du 4 avril 1881, une courte analyse des recherches que j'ai entreprises pour vérifier l'exactitude des méthodes de Mécanique céleste, publiées par le célèbre géomètre polonais, et j'ai ajouté que le Bureau des Longitudes avait ordonné l'insertion de mon travail dans ses Annales.

» Aujourd'hui, j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de ce travail, auquel j'ai fait une addition assez importante.

» Wronski a donné les expressions des composantes des forces perturbatrices, sous forme de développements par rapport aux puissances des sinus des inclinaisons. En procédant d'une autre manière, j'ai obtenu, sous forme finie, les valeurs relativement simples des mêmes composantes. J'en ai déduit les développements suivant les puissances de la variable employée par Wronski, et j'en ai fait la comparaison avec les expressions données par cet auteur; les deux résultats s'accordent exactement : ils fournissent ainsi la vérification d'une nouvelle série de formules appropriées à l'emploi des méthodes d'intégration de Wronski.

» Qu'il me soit permis de remercier ici M. O. Callandreau, pour les soins qu'il a donnés à la revision des épreuves de mon Mémoire.

» On sait que Wronski a laissé, à l'état de manuscrits, trois Volumes consacrés à la Mécanique céleste, et que la théorie de la Lune en fait partie. J'ai dit, dans ma Communication de l'année dernière, le grand intérêt qu'il y aurait à consulter ces manuscrits, qui ont été transportés en Pologne par leur acquéreur. Les astronomes-géomètres seront heureux d'apprendre que le propriétaire actuel de la partie inédite des Œuvres scientifiques de Wronski est de retour d'un long voyage; cette circonstance permettra de faire des démarches pour obtenir, soit la publication, soit au moins la communication de manuscrits dont il est permis de présumer la haute importance. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les règles à suivre dans l'hypnotisation des hystériques*. Note de MM. A. Dumontpallier et P. Magnin.

(Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Nous demandons à l'Académie la permission de lui exposer quelques remarques qui nous ont été suggérées par les expériences que nous avons pratiquées sur les hystériques hypnotisables.

» L'hypnotisme est un état nerveux spécial, dont l'existence ne saurait être niée dans l'état actuel de la Science. La Physiologie expérimentale comparée en a, du reste, admis la réalité par ce seul fait qu'elle l'a accusé d'avoir peut-être, sur l'homme comme sur les animaux, de graves inconvénients,

» Cela étant, nous nous sommes proposé de rechercher les procédés les plus faciles pour produire chacune des périodes de l'hypnotisme. On peut, avec des moyens simples et fixes, déterminer à volonté et d'emblée l'une ou l'autre de ces phases avec tous ses caractères et, à l'aide de ces mêmes moyens, on peut faire cesser l'état produit.

» C'est ainsi que, chez une hystérique hypnotisable, les paupières supérieures étant abaissées, le frottement des globes oculaires peut déterminer d'emblée la léthargie, et cet état se maintiendra aussi longtemps que l'on aura soin de tenir fermés les yeux du sujet. Le frottement des globes oculaires, exercé à nouveau, fera cesser la léthargie et réveillera la malade.

» La période cataleptique peut être obtenue d'emblée par la lumière solaire réfléchie, dirigée sur les yeux ouverts du sujet. Cette période persiste aussi longtemps qu'on a soin de maintenir les paupières supérieures élevées. En agissant de nouveau par le même procédé, on détermine la disparition de la catalepsie et le réveil.

» La période de somnambulisme s'obtiendra d'emblée par légère pression sur le vertex. La même pression, exercée à nouveau, fera sortir le sujet de l'état produit et le réveillera.

» Dans l'une quelconque de ces expériences, la cause, mise en action d'une façon continue, eût déterminé sans interruption des oscillations de réveil et de l'état produit.

» Il nous a été possible aussi, chez les malades, d'obtenir un des trois états de l'hypnotisme sur une moitié du corps, tandis que l'autre moitié était dans une phase différente du sommeil provoqué. Nous avons pu produire, comme d'ailleurs d'autres expérimentateurs l'avaient fait, l'hémiléthargie simultanément avec l'hémicatalepsie. Nous avons pu, de plus, déterminer l'hémicatalepsie avec l'hémisomnambulisme et l'hémisomnambulisme avec l'hémiléthargie. Nous avons même, chez une malade, déterminé la catalepsie croisée-alterne et le somnambulisme croisé-alterne.

» Dans toutes ces expériences, il est possible de faire passer le sujet d'une période dans une autre, en faisant usage de chacun des procédés ci-dessus énoncés, et cela en commençant à volonté par telle ou telle phase. On devra faire disparaître les états provoqués en ordre précisément inverse de celui de leur production, en employant les moyens qui leur ont donné naissance.

» Supposons la malade mise d'emblée en léthargie par le frottement des globes oculaires, puis en catalepsie par l'action de la lumière et enfin en somnambulisme par pression sur le vertex; pour faire descendre l'échelle, il suffira d'abord d'exercer à nouveau la même pression sur le vertex pour faire cesser l'état somnambulique et obtenir de nouveau la seconde phase, c'est-à-dire la catalepsie. Puis l'action de la lumière réfléchie sur les yeux du sujet défera la catalepsie pour reproduire le degré inférieur de l'échelle, c'est-à-dire la léthargie. Enfin la pression sur les globes oculaires déterminera le réveil.

» Dans l'exemple précédent, le procédé qui a fait l'un des états a défait ce même état, en reproduisant dans l'échelle descendante la phase qui l'avait immédiatement précédée dans l'échelle ascendante.

» Nous pensons que, dans toutes les expériences d'hypnotisme, il faudra toujours avoir présent à l'esprit ce principe formulé par l'un de nous, à savoir, que *la cause qui a fait défait*. Il faudra toujours employer pour faire disparaître un état produit l'agent même qui a servi à le déterminer, quelle que soit d'ailleurs la nature de cet agent.

» Nous insistons sur ce fait pour deux raisons :

» La première, pour éviter de se trouver en présence d'états mixtes, états qui se sont souvent rencontrés par le fait de la substitution d'un agent à un autre dans le cours des expériences.

» La seconde raison d'agir ainsi nous paraît bien justifiée par ce fait que le réveil s'effectue toujours normalement et avec calme, lorsque, pendant toute la durée des expériences, on s'est conformé rigoureusement aux

règles que nous venons de poser. Les malades, dans ces conditions, déclarent n'éprouver aucune fatigue, une fois réveillées.

» Nous pensons, en résumé, que tout expérimentateur qui voudra suivre cette méthode n'aura à redouter, pour le sujet en expérience, aucun inconvénient dans la détermination des différentes périodes de l'hypnotisme. »

MÉMOIRES PRESENTÉS.

M. A. Hollande adresse une Note concernant les formes diverses des silex qui se trouvent dans le terrain quaternaire de Vincennes.

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, Gaudry.)

M. N. Larisch adresse, de Trieste, une Note concernant les applications de l'aéronautique à l'étude de la physique du globe.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. G. Cabanellas demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat les deux Notes qu'il a présentées récemment, et sur lesquelles il n'a point été fait de Rapport.

M. P. Bourbel demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire intitulé « La Trigonométrie simplifiée ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les numéros de janvier, février et mars 1881 du *Bulletin* publié par M. le prince Boncompagni.

Les numéros de janvier et février 1881 sont consacrés, presque en entier, à un article de M. Boncompagni, portant pour titre : « Intorno ad uno scritto inedito di Adelardo di Bath, intitolato *Regule Abaci* ».

Le numéro de mars contient une Étude de M. *Steinschneider* sur Zarkali, astronome arabe du XIe siècle, et ses ouvrages; et deux Notes de M. *A. Favaro*, portant pour titres, l'une « Vorlesungen über Geschichte der Mathematik von Moritz Cantor », l'autre « Die Lehre von den gewöhnlichen und verallgemeinerten Hyperbolfunktionen, theilweise und Grund freier, bear-

beitung von Laisant *Essai sur les fonctions hyperboliques*, und Forti's *Tavole logaritmiche*, dargestellt von D[r] Siegm. Gunther, etc. »

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 25[e] année (1881) de « L'année scientifique et industrielle, par M. *L. Figuier* ».

L'Académie royale des Sciences, Lettres et Arts de Modène adresse deux Volumes de ses Mémoires (tome XX, 1[re] et 2[e] Partie).

M. G. **Millot-Carpentier** adresse, pour le Concours du prix Delalande-Guérineau, trois Volumes traitant de l'hygiène publique, de la chirurgie et de l'obstétrique en Italie.

(Renvoi à la future Commission.)

M. **Brown-Séquard**, M. L. **Amat**, M. G. **Vasseur** adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du genre d'une fonction transcendante entière*. Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. Un grand nombre de propositions relatives aux équations dont le premier membre est un polynôme entier s'étend au cas où le premier membre est une fonction transcendante entière, lorsque cette transcendante est du genre 0 ou du genre 1 ([1]).

» $F(x)$ désignant une fonction de cette espèce, on peut, par exemple, affirmer que deux racines consécutives de l'équation $F(x) = 0$ comprennent une racine de la dérivée et n'en comprennent qu'une; ou, si l'on veut encore, que deux racines de la dérivée comprennent une racine de l'équation proposée et n'en comprennent qu'une; d'où en particulier cette conséquence : si, en substituant dans $F(x)$ deux racines consécutives de la dérivée, les résultats obtenus sont de même signe, l'équation $F(x) = 0$ a des racines imaginaires.

» Pour démontrer cette proposition, je ferai remarquer, en supposant,

([1]) Voir ma Note *Sur quelques équations transcendantes*, insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 23 janvier 1882.

pour simplifier, que $F(x) = o$ n'a pas de racines égales, que la fonction [1]

$$F'^2(x) - F(x)F''(x)$$

a toujours une valeur positive pour une valeur réelle quelconque de x. En désignant par α et β deux racines consécutives de $F'(x) = o$, on a

$$F(\alpha)F''(\alpha) < o \quad \text{et} \quad F(\beta)F''(\beta) < o,$$

d'où

$$F(\alpha)F(\beta)F''(\alpha)F''(\beta) > o;$$

on a du reste, en vertu d'une propriété connue,

$$F''(\alpha)F''(\beta) < o;$$

on a donc également

$$F(\alpha)F(\beta) < o,$$

ce qui démontre la propriété énoncée.

» 2. Considérons l'équation $1 + x \sin x = o$, qui a évidemment une infinité de racines réelles; les deux premiers termes du développement du premier membre étant $1 + x^2$ et ces termes présentant une lacune entre deux coefficients positifs, on voit que cette équation a nécessairement aussi des racines imaginaires, si l'on est assuré que le genre de son premier membre ne dépasse pas 1.

» On voit par ces exemples qu'il peut être de quelque utilité de savoir déterminer le genre d'une fonction transcendante; et, à cet égard, on peut énoncer la proposition suivante :

Si le rapport $\frac{f'(z)}{f(z)z^n}$, *où* n *désigne un nombre entier, tend vers zéro quand* z *croît indéfiniment, la fonction* $f(z)$ *est du genre* n.

» Pour le démontrer, imaginons un contour S entourant l'origine O des coordonnées et tel que, le point M décrivant ce contour, l'angle que fait avec l'axe des x le rayon vecteur OM aille toujours en croissant; soit ρ la

---

[1] Plus généralement, $F(x)$ désignant une transcendante du genre zéro ou du genre 1, les équations

$$F(a) + 2xF'(a) + F''(a)x^2 = o,$$
$$F(a) + 3xF'(a) + 3x^2F''(a) + F'''(a)x^3 = o,$$
$$F(a) + 4xF'(a) + 6x^2F''(a) + 4F'''(a)x^3 + F^{IV}(a)x^4 = o,$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

ont toutes leurs racines réelles, quelle que soit la quantité réelle a.

plus petite valeur de ce rayon vecteur et considérons l'intégrale

$$\frac{1}{2i\pi}\int_S \frac{f'(z)}{f(z)z^n}\,\frac{dz}{z-x}\ (^1),$$

qui est prise le long de ce contour.

» Elle tend vers zéro lorsque le rayon vecteur minimum ρ croît indéfiniment; sa valeur est égale à la somme des résidus de $\frac{f'(z)}{f(z)z^n}\,\frac{1}{z-x}$, relatifs aux infinis de la fonction située dans l'intérieur du contour; ces résidus sont d'ailleurs : pour $z=x$,

$$\frac{f'(x)}{f(x)x^n};$$

pour $z=0$,

$$\frac{-\varphi(x)}{x^n},$$

$\varphi(x)$ désignant un polynôme de degré $(n-1)$; pour une racine α de $f(z)=0$,

$$\frac{1}{\alpha^n(\alpha-x)}.$$

» On déduit de là

$$\frac{f'(x)}{f(x)x^n}=\lim\left[\frac{\varphi(x)}{x^n}+\sum\frac{1}{\alpha^n(x-\alpha)}\right],$$

ou encore

$$\begin{aligned}\frac{f'(x)}{f(x)}&=\lim\left[\varphi(x)+\sum\frac{x^n}{\alpha^n(x-\alpha)}\right]\\&=\lim\left[\varphi(x)+\sum\left(\frac{x^{n-1}}{\alpha^n}+\frac{x^{n-2}}{\alpha^{n-1}}+\cdots+\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{x-\alpha}\right)\right];\end{aligned}$$

d'où, en intégrant entre les limites o et x, et en désignant par $\Phi(x)$ un polynôme du degré n,

$$f(x)=\lim e^{\Phi(x)+\Sigma\left(\frac{x}{\alpha}+\frac{x^2}{2\alpha^2}+\ldots+\frac{x^n}{n\alpha^n}\right)}\Pi\left(1-\frac{x}{\alpha}\right).$$

Cette expression montre que $f(x)$ est effectivement une transcendante du genre n et met en évidence ses facteurs primaires.

---

(1) Je tiens de M. Hermite, à qui j'avais communiqué ces résultats, qu'il les avait obtenus de son côté et par la même voie; je signalerai aussi à ce sujet une Note récente de M. Mittag-Leffler *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable*, insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 20 février 1882.

» 3. Si l'on suppose, en particulier, que $F(x)$ soit de la forme

$$e^{a_1(x)}f_1(x) + e^{a_2(x)}f_2(x) + e^{a_3(x)}f_3(x) + \ldots,$$

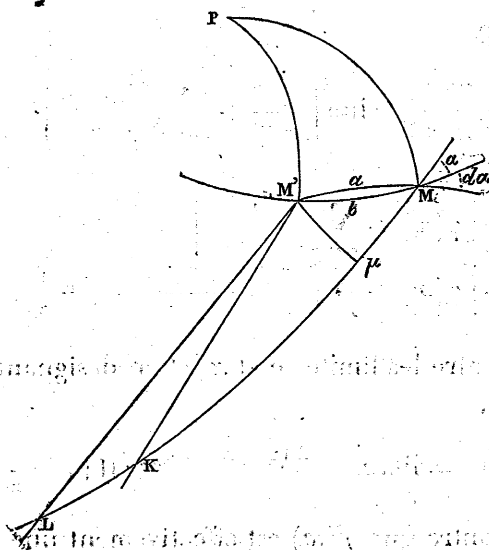
où $f_1(x), f_2(x), f_3(x), \ldots$ désignent des polynômes entiers et $a_1, a_2, a_3, \ldots$ des constantes quelconques réelles ou imaginaires, on voit aisément que $\lim \frac{F(x)}{x} = 0$, pour $x = \infty$.

» La transcendante $F(x)$ est donc du genre 1; il en est ainsi en particulier de la fonction $1 + x \sin x$, et l'on voit effectivement que l'équation $1 + x \sin x = 0$ a des racines imaginaires. »

MÉCANIQUE. — *Sur la loi de déviation du pendule de Foucault.* Lettre de M. HATT à M. Bertrand.

« Je conserve les notations employées dans la Note insérée aux *Comptes rendus* du 13 février.

» Soient MbM' l'arc de parallèle décrit par le point M, et MaM' l'arc de



grand cercle passant par les points M et M'. Soit α l'angle que fait le grand cercle ML, qui détermine le plan d'oscillation, avec l'arc de parallèle, et soit $\alpha + d\alpha$ l'angle des deux grands cercles ML et MaM'. J'abaisse $M'\mu$ perpendiculaire sur ML et je prends μK égal à un cadran; le nouveau plan d'oscillation a pour trace M'K.

» Le triangle rectangle formé par les trois côtés $M'aM$, $M\mu$, $\mu M'$ peut être considéré comme plan à la limite; l'angle formé par MaM' et $M'\mu$ est donc complémentaire de celui qui est formé par $M'aM$ et $M\mu$ et a pour valeur

$$90^\circ - \alpha - d\alpha;$$

$M'\mu$ fait, par suite, avec l'arc de parallèle $M'bM$ un angle égal à $90^\circ - \alpha - 2d\alpha$.

» Le triangle $KM'\mu$ étant birectangle, l'angle de KM' avec l'arc de parallèle MbM' a pour valeur $180^\circ - \alpha - 2d\alpha$.

Or l'angle que fait $M'L$, transport invariable du plan d'oscillation, avec l'arc de parallèle $M'bM$, est $180^\circ - \alpha$: la déviation apparente $LM'K$ du plan d'oscillation a donc pour valeur $2d\alpha$.

» $d\alpha$ est un cas particulier de la quantité qui est employée, en Hydrographie, sous le nom de *correction Givry* et qui a pour expression $\frac{dP}{2}\sin l$, dP étant la différence de longitude des points M et M' et l leur latitude.

» Il est du reste facile d'évaluer directement cette quantité.

» Le triangle sphérique PMM' donne, au moyen des analogies de Neper,

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(M + M') = \frac{\cos\frac{1}{2}(PM' - PM)}{\cos\frac{1}{2}(PM' + PM)}\cot\tfrac{1}{2}P.$$

» Si dans cette formule on fait $PM = PM' = 90^\circ - l$, $P = dP$, et si, de plus, on remarque que M ou M' est le complément de $d\alpha$, on obtient l'expression ci-dessus : $d\alpha = \frac{dP}{2}\sin l$, qui démontre le théorème de Foucault. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la compressibilité des gaz.* Note de M. **E. Sarrau**, présentée par M. Cornu.

« 1. Dans un Mémoire « Sur la compressibilité et la dilatation de l'acide carbonique », très important au point de vue thermodynamique, M. Clausius a proposé, pour ce gaz, la relation suivante entre la pression p, le volume v et la température absolue T :

(1) $$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{K}{T(v + \beta)^2}.$$

L'éminent physicien a vérifié, à l'aide des expériences de M. Andrews, que cette relation représente exactement les transformations de l'acide carbo-

nique gazeux ou liquide, et il pense que la même formule doit convenir à tous les gaz, avec des valeurs convenables des constantes R, K, α, β.

» Parmi les conséquences de cette formule, il y a lieu de remarquer celles qui concernent le *point critique*. Il résulte, en effet, de l'interprétation, donnée par M. Clausius, des résultats de sa formule que, lorsque le point critique est atteint, la fonction p satisfait aux deux conditions $\frac{dp}{dv}=0$, $\frac{d^2p}{dv^2}=0$. En joignant ces conditions à la relation (1), on a trois équations, d'où l'on déduit les valeurs suivantes de v, T, p correspondant au point critique :

$$(2)\quad v_c = 3\alpha + 2\beta,\quad T_c = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{K}{R}\right)^{\frac{1}{2}}(\alpha+\beta)^{-\frac{1}{2}},\quad p_c = 6^{-\frac{3}{2}}(KR)^{\frac{1}{2}}(\alpha+\beta)^{-\frac{3}{2}}.$$

» 2. Je me suis proposé de vérifier la relation de M. Clausius, pour des gaz autres que l'acide carbonique, en me servant des expériences très étendues de M. Amagat, dans lesquelles la température a varié de 15° à 100°, et la pression de 25^m à 320^m de mercure.

» La détermination numérique des coefficients n'étant pas sans difficultés, il n'est pas inutile d'indiquer la marche que j'ai uniformément suivie pour y parvenir.

» Soient p et p' les pressions correspondant à une même valeur v, à deux températures différentes T, T'; on a les deux relations

$$p = \frac{RT}{v-\alpha} - \frac{K}{T(v+\beta)^2},\quad p' = \frac{RT'}{v-\alpha} - \frac{K}{T'(v+\beta)^2}.$$

En posant

$$x = \frac{T'^2 - T^2}{p'T' - pT},\quad y = \sqrt{\frac{T'^2 - T^2}{TT'(p'T - pT')}},$$

on déduit des deux équations ci-dessus, en éliminant successivement K et R,

$$(3)\qquad \frac{v-\alpha}{R} = x,\quad \frac{v+\beta}{\sqrt{K}} = y.$$

Il suffit donc de connaître deux valeurs correspondantes de v et x pour obtenir R et α, et deux valeurs correspondantes de v et y pour obtenir K et β; mais, en prenant un nombre surabondant de valeurs simultanées (v, x) et (v, y), on peut vérifier l'exactitude des relations (3), et faire concourir toutes les équations au calcul des coefficients. Les expériences de M. Amagat ne donnent pas directement les pressions qui, à des tempéra-

tures différentes, correspondent à un même volume; je les ai obtenues par interpolation.

» Le mode de calcul évalue les coefficients avec les unités adoptées par M. Amagat. Les pressions sont exprimées en mètres de mercure ou, en divisant par 0,760, en atmosphères. L'unité de volume n'est pas spécifiée; mais on peut, sans la connaître, déterminer les valeurs qu'ont les constantes en prenant pour unité le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro. En effet, par suite du changement d'unité, il faut remplacer v par $\frac{v}{\varepsilon}$, ε étant un facteur convenablement choisi. La relation (1) devient ainsi

$$p = \frac{R\varepsilon T}{v - \varepsilon\alpha} - \frac{K\varepsilon^2}{T(v + \varepsilon\beta)^2}.$$

Le volume du gaz sous la pression normale et à zéro étant pris pour unité, il résulte des propriétés des gaz parfaits que $R\varepsilon$ devient égal à $\frac{1}{273}$. Le facteur ε est donc déterminé.

» 3. *Compressibilité et point critique de l'oxygène.* — Le calcul, appliqué aux deux séries d'expériences sur l'oxygène ([1]), conduit aux valeurs suivantes :

$$\log R = 1,23676, \quad \log K = 7,08424, \quad \alpha = 4,19, \quad \beta = 3,23.$$

Si, avec ces coefficients, et en se servant des volumes mesurés, on calcule les pressions correspondantes, on trouve les chiffres du tableau ci-après, qui permettent d'apprécier l'exactitude de la formule.

Température : 14°,7.				Température : 100°,2.			
	Pression				Pression		
Volume.	mesurée.	calculée.	Différence.	Volume	mesurée.	calculée.	Différ.
	atm	atm	atm		atm	atm	atm
40,90.....	113,4	113,6	−0,2	»	»	»	»
32,78.....	141,1	141,1	»	45,57.....	141,1	141,9	−0,8
25,67.....	181,1	180,5	+0,6	35,97.....	181,1	181,4	−0,3
19,56.....	240,9	241,7	−0,8	27,52.....	240,9	241,5	−0,6
14,59.....	342,1	344,3	−2,2	20,20.....	342,1	342,8	−0,7
12,74.....	418,9	414,8	+4,1	17,16.....	418,9	418,1	+0,8

» En adoptant pour unité de pression la pression atmosphérique et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro,

([1]) *Comptes rendus*, séance du 15 novembre 1880.

les quatre constantes de la formule sont, pour l'oxygène,

$$R = 0,003663,\quad K = 0,5475,\quad \alpha = 0,000890,\quad \beta = 0,000686,$$

et, pour le point critique, les valeurs des variables calculées par les formules (2) sont

$$v_c = 0,004042,\quad t_c = -105^{\circ},4,\quad p_c = 48^{\text{atm}},7.$$

» Ces chiffres conduisent à une conséquence digne de remarque. M. Raoul Pictet a mesuré la densité de l'oxygène solide à la température de -110° environ, sous la pression de 470^{atm}. Si l'on cherche, par la formule, la valeur correspondante de v, on trouve 0,00136. En appliquant ce résultat à l'unité de poids et prenant le litre pour unité, on trouve $0,00136 \times 697,2 = 0,948$. La densité $\frac{1}{0,948} = 1,055$ est donc très voisine de l'unité, conformément à l'évaluation de M. Raoul Pictet. Je ferai connaître, dans une prochaine Communication, les résultats relatifs aux autres gaz étudiés par M. Amagat. »

PHYSIQUE. — *Sur un mouvement vibratoire à la naissance d'un jet de vapeur.* Note de M. Th. Vautier.

« Dans le cours de recherches que j'ai commencées sur l'écoulement des gaz et des vapeurs, j'ai observé un phénomène singulier, signalé pour la première fois en 1826 par un mécanicien des forges de Fourchambault : lorsqu'un jet de gaz ou de vapeur s'écoule sous pression par un orifice, si l'on place une plaque normalement à l'axe du jet, à une certaine hauteur, elle est repoussée; mais lorsqu'on abaisse la plaque parallèlement à elle-même, elle est attirée et se maintient d'elle-même à environ $0^{\text{mm}},2$ de l'orifice, en oscillant autour d'une position d'équilibre et en émettant un son.

» Je suis parvenu, au moyen d'un dispositif très simple, en fixant des plaques dans cette situation, à leur faire rendre des sons élevés, intenses, aussi prolongés qu'on veut, et à inscrire directement ces vibrations. J'ai obtenu, sur les tracés, des ondulations d'une régularité et d'une amplitude remarquables.

» J'ai inscrit directement les vibrations, ainsi entretenues par un jet de vapeur, d'une plaque donnant une note voisine du $la_6^{*} = 7250$ vibrations simples par seconde. Un électrodiapason inscrivait simultanément ses vibra-

tions. Pression dans la chaudière, $4^{atm},5$. Diamètre de l'orifice, $2^{mm},7$. Diamètre de la plaque, 6^{mm} : épaisseur, $1^{mm},5$. Distance de la plaque à l'orifice, $0^{mm},2$. Amplitude des vibrations, $0^{mm},7$. On a donc ainsi un chronographe inscrivant directement le $\frac{1}{7250}$ de seconde.

» Le son que j'obtiens est plus intense que celui des diapasons qui donnent la même note et dont jusqu'à présent le mouvement n'a pas pu être entretenu électriquement d'une manière pratique et, par conséquent, inscrit d'une façon continue. L'appareil que j'ai disposé donne, aussi longtemps qu'on veut, sur le tracé, des vibrations nettes et régulières, d'une amplitude suffisante pour être subdivisées à la manière ordinaire. Cette division est facilitée par la finesse du tracé que l'on obtient au moyen de styles très aigus qui, appuyés légèrement sur des feuilles de mica enfumées ou non, laissent un trait délié gravé sur ces surfaces.

» On est arrivé jusqu'à présent, du moins à ma connaissance, à inscrire directement d'une manière pratique et continue tout au plus le millième de seconde, que l'on divise ensuite. L'appareil que j'emploie inscrit directement le sept-millième de seconde; le tracé, très délié, se prête aux divisions ordinaires.

» D'ailleurs, les résultats que j'ai obtenus tout récemment me permettent d'espérer inscrire des sons encore plus élevés.

» Je me propose d'appliquer ce chronographe à la mesure de quelques phénomènes rapides [1]. »

PHYSIQUE. — *Expériences hydrodynamiques* (3e Note) [2] : *Imitation directe, par les courants liquides, des actions des courants électriques les uns sur les autres;* par M. C. **Decharme.**

« Après avoir observé diverses propriétés d'un courant liquide, continu ou interrompu, et montré qu'il peut produire, comme les électro-aimants, des attractions, des répulsions et des vibrations énergiques, je me suis occupé de l'action des courants les uns sur les autres. Voici les principaux résultats obtenus, d'abord avec des tubes sans ajutages, puis avec des tubes à ajutages munis de disques ou à bords épais, et enfin avec des ajutages à bords minces : ces deux derniers systèmes offrent un intérêt particulier.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lyon.

(2) *Comptes rendus*, séances des 13 et 20 février 1880, p. 440 et 527.

» TUBES SANS AJUTAGES. — 1° *Deux courants égaux,* issus d'un même ajutage, par un branchement en Y, muni de deux tubes en caoutchouc, de même diamètre et de même longueur, sont disposés *parallèlement* et *de même sens,* très près l'un de l'autre. Dans l'air, on n'observe pas d'attraction sensible, mais lorsqu'on les incline légèrement l'un vers l'autre, de manière qu'ils se touchent à la distance de $0^m,20$ à $0^m,30$ de leurs ouvertures, à partir de là, ils ne se quittent plus, constituent ainsi un filet continu et tombent ensemble, *sans bruit,* sur le pavé, ce qui n'avait pas lieu auparavant. On peut donc admettre que les deux courants s'attirent. Quant à la répulsion de deux courants de sens contraires et contigus, elle est évidente.

» 2° Si *les deux courants parallèles ne sont pas égaux,* mais ne diffèrent pas trop l'un de l'autre, par le volume et surtout par la force impulsive, et qu'on les dispose comme les précédents, ils se confondront, et la portée du jet résultant sera intermédiaire entre celle des deux courants isolés. On peut donc admettre encore que ces deux courants s'attirent; de là cette double loi, qui serait la même pour les courants liquides que pour les courants électriques : *Deux courants parallèles et de même sens s'attirent; deux courants de sens contraires se repoussent.* Il faut ajouter toutefois, pour les courants liquides, que, dans les deux cas, ils doivent être contigus.

» 3° Lorsque *les deux courants forment entre eux un angle,* le courant résultant de leur réunion est dirigé suivant la bissectrice de cet angle, si les courants sont égaux. Dans le cas contraire, il suit la diagonale du parallélogramme des forces correspondantes. Ces courants s'attirent donc.

» Dans l'eau, il est difficile d'observer les courants à quelque distance de leur entrée dans le liquide. Toutefois, si les deux courants parallèles et de même sens ne paraissent pas s'attirer sensiblement, du moins ils ne se repoussent pas, tandis que, s'ils sont dirigés de sens contraires et contigus, ils se repoussent.

» TUBES AVEC AJUTAGES A DISQUES. — Nous avons dit, dans tous les cas précédents, que deux courants liquides de sens contraires, directement ou angulairement opposés l'un à l'autre, se repoussent. Le fait est évident lorsque la distance des orifices reste supérieure à quelques centimètres; mais il en est tout autrement quand cette distance est réduite à quelques millimètres, que les courants sortent par des ajutages à bords épais ou munis de disques affleurant les ouvertures, et que l'un des courants, au moins, est mobile. En effet, dans ces conditions, si deux courants égaux, comme les précédents, sont exactement opposés l'un à l'autre (c'est-à-dire

placés parallèlement et concentriquement) dans l'eau, on constate que, à la distance de $0^m,2$ environ (pour les disques de $0^m,5$ de diamètre et des orifices de $0^m,006$ de diamètre), une *attraction* commence à se faire sentir à la main qui tient le courant mobile. A $0^m,01$, cette attraction est assez notable et croît rapidement jusqu'à $0^m,002$ environ. Toutefois la force attractive n'amène pas les disques en contact; ils restent à la distance de $0^m,001$ à $0^m,0005$. Pour les amener au contact, il faudrait exercer sur eux une assez forte pression. Lorsqu'on veut les séparer, on éprouve une résistance assez forte. L'attraction des disques avait été prévue, d'après ce qui se produit, dans des conditions analogues, avec un courant unique. L'explication du phénomène, pour deux courants opposés, est d'ailleurs la même que celle qui a été donnée précédemment pour un seul courant.

» L'expérience de l'attraction des disques réussit également dans l'air; toutefois, cette attraction est moins forte que dans l'eau: on en comprend facilement la raison. Le liquide qui entoure les disques constitue un obstacle plus énergique à l'écoulement et diminue, bien plus efficacement que l'air, la vitesse de l'eau : en outre, la pression du liquide ambiant vient encore s'ajouter à celle de l'air sur les surfaces extérieures des disques.

» Les autres expériences que j'ai faites avec les courants égaux, munis de disques, m'ont donné les résultats suivants :

» 1° Lorsque les disques sont placés à distance attractive (de $0^m,005$ par exemple) et disposés *excentriquement*, tout en restant parallèles, et que l'un d'eux est mobile, celui-ci tend à se placer *concentriquement* au premier. Il ne faudrait pas cependant que cette excentricité fût exagérée au point que chacun des courants vînt frapper trop près des bords du disque opposé, car alors il n'y aurait plus attraction centripète.

» 2° Lorsque les disques sont disposés *angulairement* l'un par rapport à l'autre (toujours à la distance attractive), ils tendent à se placer *parallèlement* entre eux. Cependant l'angle ne doit pas être trop ouvert, car la force impulsive deviendrait prépondérante et l'attraction n'aurait plus lieu.

» Ces derniers effets (facilement réalisables dans l'eau, mais difficilement dans l'air) expliquent pourquoi les deux disques en regard, à la distance de $0^m,001$, ne glissent pas l'un sur l'autre, comme dans le cas d'un courant unique entre deux disques. Les courants sont maintenus par une *attraction axiale*.

» En employant des ajutages à disques de diamètres plus petits ($0^m,025$ à $0^m,015$) ou seulement à bords minces de $0^m,004$, pour une ouverture de

$0^m,006$, et en combinant deux à deux, ces divers courants, on observe toujours des effets analogues aux précédents. Mais, de plus, quand on tend à vaincre l'attraction des courants, on obtient des *vibrations* d'autant plus rapides (et par conséquent des sons d'autant plus élevés) que les disques sont plus petits. Il en est de même encore avec des courants inégaux en diamètre et en force impulsive, sauf quelques particularités de détail.

» On trouve donc, pour les courants égaux ou inégaux, de sens contraires, directement opposés, sortant par des ajutages munis de disques ou seulement à bords épais, et dont les orifices sont placés à très petite distance l'un de l'autre, des lois semblables à celles des courants de même sens : fait jusqu'ici sans analogue pour les courants électriques.

» Tubes avec ajutages a bords minces. — Dans ce cas, il n'y a plus attraction proprement dite des courants opposés; mais ils tendent à se placer de manière que leurs axes coïncident. Dès qu'on les écarte de cette position d'équilibre, ils *oscillent* et *vibrent* rapidement de part et d'autre de cette *position axiale*. Ces oscillations sont tout à fait analogues à celles d'une aiguille de boussole, à laquelle on présente un barreau aimanté. »

CHIMIE. — *Sur la rétrogradation produite par l'effluve électrique dans la transformation de l'oxygène en ozone.* Note de MM. P. Hautefeuille et J. Chappuis.

« L'oxygène soumis à l'effluve électrique dans les appareils imaginés par MM. Siemens, Arn. Thenard, Berthelot, et utilisés par nous pour acquérir quelques notions positives sur les lois de la transformation isomérique de ce gaz, subit une diminution de pression en se transformant partiellement en ozone. La diminution maximum de pression, une fois obtenue, est généralement définitive si la température est maintenue constante malgré les décharges électriques qui se succèdent dans l'appareil. Mais avec l'oxygène à un certain degré de raréfaction (50^{mm} environ), il se produit un phénomène inattendu : la colonne d'acide sulfurique, qui permet de mesurer les variations de pression, se met à osciller lentement et régulièrement. La tension de l'ozone formé passe par un maximum qui est à peu près celui qu'on déduirait de la loi de proportionnalité, puis elle diminue et passe momentanément par un minimum pour lequel la tension est nulle, car alors l'acide sulfurique reprend son niveau primitif. Les deux

transformations inverses l'une de l'autre se succèdent alternativement dans le même ordre, tant que le gaz est traversé par l'effluve électrique.

» Doit-on voir dans cette destruction périodique de l'ozone une conséquence nécessaire du caractère exothermique de la décomposition de ce corps, se manifestant seulement sous des pressions faibles, parce que sous ces faibles pressions la stabilité de l'ozone, oxygène condensé, est très notablement diminuée, ou doit-on expliquer ce phénomène par une modification dans le mode de décharge se produisant pour une certaine teneur en ozone ou pour une certaine diminution de pression ?

» Les expériences faites sur des mélanges de fluorure de silicium et d'oxygène ont permis d'écarter cette dernière hypothèse, car dans ces mélanges le mode de décharge est celui que nous avons décrit dans une Note antérieure : il ne subit aucune modification apparente ni par suite de la présence de l'ozone, ni par suite de la diminution de pression corrélative de la transformation partielle de l'oxygène, et cependant on observe des périodes alternatives de formation et de destruction d'ozone. Ainsi, la pluie de feu propre au fluorure de silicium détermine la transformation partielle de l'oxygène qu'on ajoute à ce gaz, et elle détermine aussi, sans perdre aucun de ses caractères, la rétrogradation de cette transformation dans les mêmes conditions que l'effluve propre à l'oxygène raréfié.

» Quel que soit le mode de décharge, la cause déterminante de la rétrogradation est un dégagement de chaleur. Car on peut, lorsque l'oxygène est saturé d'ozone, la déterminer, sous des pressions pour lesquelles elle ne se produit pas spontanément, en augmentant assez le nombre des décharges pour que la surface refroidissante de l'appareil à effluves devienne impuissante à maintenir la température initiale de l'oxygène. Mais sous ces pressions, comprises entre 50 et 100^{mm} environ, l'oscillation est moins régulière que dans le cas précédent ; la tension minimum de l'ozone est variable, tantôt presque nulle, tantôt peu différente de la tension maximum, suivant la pression du gaz, la température à laquelle on opère et aussi la longueur des étincelles fournies par la bobine Ruhmkorff employée.

» Nous avons découvert un fait plus significatif encore, parce qu'il s'observe sans qu'il soit besoin de multiplier le nombre des décharges. C'est qu'un arrêt des décharges, dans la phase de transformation de l'ozone en oxygène, peut, s'il est court, ne suspendre que momentanément la destruction de l'ozone. En effet, lorsque l'on soumet de nouveau le mélange des deux gaz à l'action de l'effluve, la destruction de l'ozone reprend sa

marche interrompue, même après un arrêt d'une minute. On ne peut expliquer ce fait par une modification de la conductibilité due à la composition du gaz ou à sa pression, car ce même gaz peut s'enrichir en ozone, si l'on ne l'électrise qu'après un arrêt un peu plus prolongé. La reprise de la rétrogradation tient évidemment à ce que les parois froides des appareils à effluves n'ont pas ramené instantanément les gaz à la température initiale.

» Ajoutons que la présence d'un gaz bon conducteur de la chaleur, comme l'hydrogène, s'oppose à la destruction rapide et intermittente de l'ozone sous faible pression, ce qui confirme le rôle que nous attribuons à la chaleur, comme cause productrice de la rétrogradation.

» La transformation de l'oxygène en ozone pendant l'électrisation de ce gaz est limitée ; il s'établit donc un équilibre entre la production de l'ozone par l'effluve et sa destruction spontanée, toujours rapide à la température à laquelle le passage de l'électricité porte les gaz. La quantité de chaleur, provenant de cette transformation exothermique, augmente en proportion de la teneur en ozone, et s'ajoute à la quantité de chaleur due à la pluie de feu ou aux effluves ; on conçoit donc facilement qu'elle puisse, à la destruction lente, compatible avec l'enrichissement du gaz en ozone, substituer une destruction assez rapide pour limiter la transformation de l'oxygène, ou même pour produire périodiquement une diminution dans la proportion d'ozone.

» Nos expériences, effectuées dans les appareils à effluves ou à pluie de feu à grandes surfaces de refroidissement, prouvent que la transformation de l'ozone en oxygène est bien la conséquence du dégagement de chaleur qui accompagne la destruction spontanée de l'ozone, porté à la température inconnue de l'effluve ; elles prouvent aussi que ce phénomène, qui avait échappé jusqu'ici aux savants, ne se manifeste qu'aux pressions d'oxygène assez faibles pour que la proportion maximum d'ozone puisse être obtenue en quelques instants.

» Nous poursuivons l'étude de ces deux transformations sous des pressions extrêmement faibles, pour bien établir que l'ozone devient de moins en moins stable pendant l'électrisation, au fur et à mesure qu'on diminue sa pression.

» Les résultats que nous aurons l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie, sur la formation et la destruction de l'acide perazotique, donnent un grand intérêt à la rétrogradation de la transformation de l'oxygène en ozone ; ils permettent, en outre, d'analyser complètement les phénomènes complexes qu'on observe dans l'électrisation de l'air, phénomènes

fort peu connus encore, malgré leur importance pour la physique du globe. »

CHIMIE. — *Sur quelques phosphates neutres au tournesol.* Note de MM. E. **Filhol** et **Senderens**.

« Dans le courant de l'année dernière, nous avons eu l'honneur d'annoncer à l'Académie l'existence d'un phosphate et d'un arséniate de soude parfaitement neutres au tournesol et bien cristallisables. En continuant nos recherches sur ces sels, nous avons constaté les faits suivants, en ce qui concerne le phosphate.

» Si l'on ajoute, à une solution d'acide phosphorique pur, graduellement et avec beaucoup de précautions, une solution de soude caustique pure, il arrive un moment ou la liqueur ramène à la teinte vineuse la teinture de tournesol rougie par une trace d'acide et produit le même effet sur la teinture bleuie par une trace d'alcali. Ce point exact est assez difficile à saisir.

» La solution ainsi préparée peut être concentrée à une douce chaleur, au point d'avoir la consistance d'un sirop, et cependant ne pas donner de cristaux en se refroidissant. Mais on peut obtenir une belle cristallisation, en continuant l'évaporation sous le récipient de la machine pneumatique, au-dessus d'un vase contenant de l'acide sulfurique concentré. Les cristaux sont neutres au tournesol, aussi bien que l'eau mère au sein de laquelle ils se sont formés.

» Ce sel peut être considéré comme constitué par la combinaison d'une molécule de phosphate monosodique avec une molécule de phosphate disodique. Préparé comme nous venons de le dire, il contient $3^{éq}$ d'eau de cristallisation. Il cristallise en prismes rhomboïdaux obliques.

» Soumis à l'action de la chaleur, il perd, à la température de 110°, toute son eau de cristallisation, sans entrer en fusion.

» A 200° il perd son eau de constitution, subit la fusion ignée et se présente, après refroidissement, sous la forme d'une masse vitreuse de la plus belle transparence.

» En concentrant la solution du phosphate sesquisodique dans un courant d'air sec et à la température ordinaire, nous avons obtenu des cristaux contenant $15^{éq}$ d'eau de cristallisation.

» Ce dernier sel fond à 55° dans son eau de cristallisation et perd les dernières traces d'eau, comme le précédent, vers 200°.

» Pendant la préparation de ce phosphate, le moindre excès soit d'acide, soit de base, suffit pour que la solution concentrée donne des cristaux de phosphate disodique, à réaction franchement alcaline, au sein d'un liquide à réaction acide.

» Nous n'avons pas pu réussir à préparer le phosphate sesquipotassique. Nos solutions, neutralisées avec le plus grand soin, ont toujours donné des cristaux de phosphate monopotassique, à réaction acide, et une eau mère à réaction alcaline.

» Nous n'avons pas été plus heureux en cherchant à produire le sel ammoniacal; mais nous avons obtenu, très bien cristallisés, les phosphates à réaction neutre sodicopotassique et sodico-ammonique.

» Le phosphate sodicopotassique cristallise en belles aiguilles prismatiques appartenant au cinquième système. Nos analyses lui assignent la composition suivante :



$$4PhO^5, 3(NaO, HO)3(KOHO)44HO.$$

» Le sel ammoniacal ne contient que 6^{eq} d'eau de cristallisation. Ce dernier sel est très instable et se dédouble avec une grande facilité, au contact de l'eau, en phosphate monobasique et phosphate tribasique. Peut-être même n'existe-t-il pas tout formé au sein des solutions qui le fournissent.

» Nous ferons connaître incessamment les résultats que nous a fournis l'étude des arséniates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'orcine, la lutorcine.* Note de MM. G. Vogt et A. Henninger.

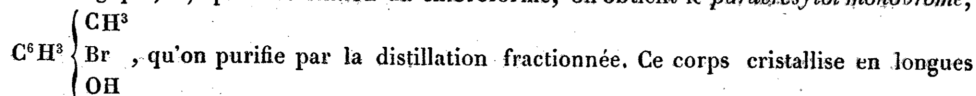
Les auteurs demandent l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par eux le 23 août 1875. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Il y a quelques années, nous avons découvert un mode de synthèse de l'orcine et nous avons montré que ce diphénol $C^7H^6(OH)^2$ possède un de ses groupes OH à la place 2 (*ortho*) (CH^3 étant à la place 1).

» En traitant le paracrésylol monobromé par la potasse, nous sommes parvenus à préparer un nouveau diphénol du toluène, isomérique avec l'orcine, dont l'un des groupes OH occupe la place 4 (*para*).

» Le paracrésylol pur, fusible à 35°, est dissous dans deux fois son poids de chloroforme et additionné de deux atomes de brome, également en solution chloroformique : la réaction est

très énergique, et, après distillation du chloroforme, on obtient le *paracrésylol monobromé*,



$C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \\ Br \\ OH \end{cases}$, qu'on purifie par la distillation fractionnée. Ce corps cristallise en longues aiguilles incolores, fusibles vers $+17°$ à $18°$ et distillant à $218°-220°$; il a donné à l'analyse des chiffres correspondant à la formule C^7H^7BrO.

» Fondu avec la potasse à une température de $200°-210°$ au plus, il échange facilement son brome contre un groupe OH, et se reconvertit en un diphénol qu'on peut extraire par l'éther de la masse dissoute dans l'eau et acidulée par l'acide chlorhydrique.

» Ce diphénol, comme l'orcine, renferme $C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \\ (OH)^2 \end{cases}$ et son isomérie avec ce corps s'explique par les positions différentes qu'occupent dans le noyau benzique les trois groupes CH^3, OH et OH. Nous proposons pour ce corps le nom de *lutorcine*, à cause de la couleur jaune de son dérivé ammoniacal. La lutorcine cristallise dans l'eau, dans la benzine ou dans le chloroforme, en très petites aiguilles incolores, groupées en mamelons ou masses demi-sphériques, très caractéristiques. Elle est anhydre et a donné à l'analyse des chiffres correspondant à la formule $C^7H^8O^2$; elle fond à $104°-105°$. L'eau, l'alcool et l'éther la dissolvent facilement; la benzine et le chloroforme, moins. Elle diffère de l'orcine par sa manière de cristalliser, par son point de fusion, par la composition des cristaux (l'orcine renferme une molécule d'eau de cristallisation) et enfin par ses réactions colorées.

» En présence des alcalis, ou carbonates alcalins, la lutorcine se colore à l'air en rouge sang; les acides font passer cette coloration au jaune et les alcalis ramènent la teinte rouge primitive. Le chlorure de chaux fournit une couleur rouge sang extrêmement intense et assez stable; le permanganate de potassium la colore également en rouge vif. Le chlorure ferrique colore en vert sale très foncé et donne ensuite un précipité brun rouge, qui prend peu à peu une teinte rouge plus franche; ce précipité, qui ne contient pas de fer, est un produit d'oxydation et de condensation de la lutorcine.

» Enfin, traitée par l'ammoniaque en présence de l'air, elle se convertit en *lutorcéine* qui offre une couleur jaune brun, que les acides font virer au jaune pur. Cette lutorcéine teint en jaune.

» Lorsqu'on chauffe un mélange de lutorcine, d'anhydride phtalique et d'acide sulfurique, on obtient la *phtaléine* de ce diphénol. Cette phtaléine, qui possède les réactions générales des composés de ce groupe, offre en solution alcaline une magnifique fluorescence verte, supérieure par sa beauté et par sa pureté à celle de la fluorescéine. Elle teint en un beau jaune. Son dérivé de substitution bromé est rouge et semble se rapprocher de l'éosine (fluorescéine tétrabromée).

» Indépendamment de la lutorcine, on obtient, dans la fusion du paracrésylol monobromé avec la potasse, une petite quantité d'acide protocatéchique $C^7H^6O^4$, formé par oxydation du diphénol.

» La lutorcine prend encore naissance lorsqu'on fond avec la potasse le sel potassique de l'acide sulfoconjugué du paracrésylol; seulement, dans ce cas, la réaction exige une température plus élevée ($300°-320°$), et l'on obtient une plus forte proportion d'acide protocatéchique. »

Dans une Note adressée aujourd'hui, les auteurs ajoutent :

« On le voit, notre travail est incomplet; obligés de l'interrompre, nous en avons indiqué les principaux résultats dans ce pli cacheté, pour nous réserver le droit de le continuer.

» Deux ans plus tard, au Congrès du Havre de l'Association française pour l'avancement des Sciences, nous l'avons présenté à la Section de Chimie. L'extrait du procès-verbal de la séance du 27 août 1877, qui a trouvé place (p. 373) dans le Volume que l'Association publie, constitue ainsi une prise de date. Depuis, nous n'avons pu reprendre nos anciennes recherches et nous n'aurions osé les faire connaître à l'Académie, si M. E. Knecht, dans un travail publié la semaine dernière ([1]), n'avait décrit sous le nom de *crésorcine* un phénol divalent du toluène, qu'il a obtenu d'après un procédé différent du nôtre, mais qui, d'après ses propriétés, semble être identique avec la lutorcine.

» Dans une prochaine Note, nous reviendrons sur les produits de l'action de la potasse sur le paracrésol, qui contiennent, indépendamment de la lutorcine, une substance précipitable par l'acétate neutre de plomb et qui n'est probablement autre que l'*homopyrocatéchine*. Certaines réactions, qui sont décrites plus haut comme appartenant à la lutorcine, notamment la coloration rouge sang avec les alcalis, paraissent dues à la présence d'une petite quantité de cette autre matière; dans tous les cas, la lutorcine pure ne prend qu'une très légère teinte rouge en présence des alcalis et de l'air. La formation de deux composés isomériques dans la fusion du bromoparacrésol avec de la potasse n'a rien qui doive surprendre; MM. Fittig et Mager ayant montré que l'orthobromophénol ou le métabromophénol fournissent tous deux un mélange de résorcine et de pyrocatéchine ([2]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les modifications soluble et insoluble du ferment de la digestion gastrique.* Note de M. A. GAUTIER, présentée par M. Vulpian.

« L'Académie me permettra, sans doute, de lui faire part d'expériences encore incomplètes, mais que je crois devoir faire immédiatement con-

([1]) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XV, p. 298; 1882.

([2]) Notre travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

naître, obligé que j'y suis par la Note de M. Béchamp insérée au dernier numéro des *Comptes rendus*, Note ayant pour titre : *Des Mycrozymas gastriques et de leur pouvoir digestif*.

» Le ferment du suc gastrique passe pour être soluble; une démonstration satisfaisante de cette propriété ne paraît pas toutefois avoir encore été donnée. Il est vrai que le suc gastrique et les solutions de pepsine peuvent, après avoir été filtrées sur le papier, se présenter sous la forme de liquides clairs ou à peine opalescents, mais on sait que ces filtres laissent passer un grand nombre de granulations organisées, de germes, de bactéries, ainsi que la partie active des virus. D'autre part, on a remarqué que toute filtration enlève aux solutions de pepsine une partie notable de leur activité, ce qui semblerait indiquer qu'une portion du ferment est insoluble. Bien plus, on a prétendu, dans ces derniers temps, que les agents les plus actifs de la digestion gastrique étaient non la pepsine elle-même, mais ces vibrions et organismes mal définis qu'on trouve abondamment dans le suc gastrique des animaux en pleine digestion.

» Pour m'assurer si le ferment gastrique était réellement soluble, j'ai filtré des solutions d'une pepsine très active, ayant déjà subi deux filtrations au papier, sur des filtres de biscuit de porcelaine, et j'ai examiné le pouvoir digestif avant et après cette filtration, ainsi que celui du résidu insoluble parfaitement lavé durant quatre jours.

» Les solutions de pepsine de mouton dans l'eau pure, filtrées sur la porcelaine, puis acidulées d'acide chlorhydrique à $\frac{5}{1000}$, sont aptes à digérer totalement la fibrine. 5^{gr} de fibrine de bœuf bien essorée, additionnés de $0^{gr},4$ de pepsine ainsi filtrée et de 25^{cc} d'eau acidulée à $\frac{5}{1000}$, ont été, après une digestion de vingt-deux heures à $50°$, transformés complètement en peptone ne précipitant plus ni par l'acide nitrique ni par le ferrocyanure de potassium acétique.

» La pepsine ainsi manifestement dissoute se fixe à froid sur la fibrine, sans que les lavages puissent ensuite l'enlever, suivant la remarquable observation de M. Wurtz. 5^{gr} de fibrine furent mis en suspension dans de l'eau contenant $0^{gr},500$ de pepsine filtrée sur porcelaine; au bout d'une heure vingt minutes, cette fibrine *impressionnée* fut lavée à grande eau, puis mise à digérer dans l'acide chlorhydrique à $\frac{5}{1000}$. Après vingt-trois heures, elle était peptonisée comme si elle eût digéré en présence de $0^{gr},150$ de la même pepsine non filtrée, ou de $0^{gr},360$ de cette pepsine filtrée sur porcelaine.

» Des essais de digestion furent faits avec la même pepsine, suspendue

dans l'eau acidulée à $\frac{5}{1000}$, et filtrée ensuite sur la porcelaine dégourdie. Une solution de $0^{gr},350$ de pepsine ainsi filtrée transforme intégralement en peptone, à 50°, au bout de vingt-quatre heures, 5^{gr} de fibrine de bœuf.

» La pepsine filtrée sur porcelaine, ainsi complètement privée de ses parties insolubles, agit toujours plus faiblement qu'avant sa filtration. J'ai trouvé que

gr 0,050	pepsine filtrée agissent comme............	gr 0,028	pepsine non filtrée.
0,100	» »	0,070	»
0,200	» »	0,100	»
0,385	» »	0,150	»
0,184	en moyenne agissent après filtration comme..	0,087	»

Ainsi, par sa filtration sur la porcelaine dégourdie qu'on avait lavée à l'acide et à l'eau distillée, la pepsine, préalablement déjà deux fois filtrée au papier, a perdu à peu près la moitié de son pouvoir de peptonisation.

» Le complément de la puissance digestive, dont on la prive ainsi, se retrouve en grande partie, comme on va le voir, dans les particules insolubles dans l'eau pure ou acidulée qui restent sur le filtre de porcelaine.

» La pepsine de mouton qui a servi à ces expériences laissait sur ce filtre, pour 100 parties, 2,16 de particules insolubles dans l'eau. Elles ont été examinées soigneusement à un grossissement de 1000 diamètres avec un objectif 10 à immersion de Verick. Elles sont principalement formées de corpuscules réfringents, d'un diamètre dix à douze fois plus petit que ceux des globules de levure de bière. Ces corpuscules sont arrondis ou ovoïdes, mobiles d'un mouvement propre assez lent, non brownien. Ils sont souvent associés deux à deux en forme de 8, et paraissent alors plus mobiles. A côté d'eux on voit des îlots nombreux, constitués par des agglomérations de ces corpuscules brillants, mais immobiles. L'acide chlorhydrique à $\frac{5}{1000}$ ne paraît pas influer sur les mouvements de ces petits corps. Ils sont accompagnés de cristaux de phosphate ammonio-magnésien, de quelques globules de corps gras, de rares cellules de levure à plusieurs noyaux en train de bourgeonner et, de loin en loin, de quelques très petites bactéries.

» Après avoir lavé durant quatre jours, avec de l'eau chlorhydrique à $\frac{3}{1000}$, le précipité primitivement formé de ces corpuscules, déposé sur le filtre de porcelaine, je l'ai séché; 4^{gr} de ma pepsine m'en ont fourni $0^{gr},086$. J'en ai pris $0^{gr},050$ que j'ai broyés avec 25^{cc} de la même eau acidulée, et j'ai mis dans cette liqueur louche 5^{gr} de fibrine. Au bout d'une

heure à 15°, la liquéfaction de cette substance a été aussi complète que dans le flacon témoin où j'avais employé $0^{gr},350$ de pepsine non filtrée. Mais, après vingt-quatre heures de digestion à l'étuve à 49°, j'ai constaté que la peptonisation était à peu près celle qu'auraient produite $0^{gr},020$ de cette même pepsine.

» La liquéfaction de la fibrine est donc très rapide, même à froid, au contact de ces particules insolubles, mais la digestion complète ne paraît pas pouvoir être atteinte. Elle s'arrête à un certain état qui ne paraît plus se modifier, pour ces quantités de liqueur, par un temps de digestion plus long, et qui est caractérisé par la formation de composés intermédiaires que l'acide nitrique précipite, mais qui se redissolvent partiellement dans un excès du produit de la digestion ou dans un excès d'acide.

» Ces particules, qui ne sont probablement que les granulations du protoplasma des cellules peptogènes, représentent donc une pepsine insoluble très active, puisqu'elles sont douées d'un pouvoir liquéfacteur six à sept fois aussi grand que celui de la pepsine même; pepsine imparfaite en ce sens qu'elles ne parviennent pas à digérer entièrement la fibrine qu'elles liquéfient si facilement à froid. Elles représentent un état transitoire de la pepsine qui ne produit en digérant les albuminoïdes qu'un état intermédiaire entre les albuminoïdes et les peptones parfaites. J'ai la preuve que cette pepsine insoluble se transforme lentement dans l'eau pure en pepsine soluble.

» L'action de ces corpuscules n'est nullement entravée, pas plus que celle de la pepsine même, par des doses considérables $(\frac{1}{200})$ d'acide cyanhydrique, substance qui empêche la vie des vibrioniens et de tout ferment figuré à doses bien plus faibles. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Division des cellules embryonnaires chez les Vertèbres.* Note de M. L.-F. HENNEGUY, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les nombreux auteurs qui, depuis quelques années, ont étudié la multiplication des cellules par voie de division ont fait porter principalement leurs recherches sur les œufs des Invertébrés et les différents tissus des Vertébrés; on ne possède sur la division des cellules embryonnaires de ces derniers animaux que les observations incomplètes de Œllacher, Hertwig, Van Banbeke et D. van Beneden, qui n'ont vu dans les œufs de la Truite, de la Grenouille et du Lapin que quelques phases du phénomène. C'est

pour tâcher de combler cette lacune que j'ai étudié spécialement la division des cellules dans le germe des Poissons osseux.

» Le germe de l'œuf de la Truite, au troisième et au quatrième jour après la fécondation, traité par un mélange d'acide acétique et d'acide picrique, est l'objet le plus favorable pour ce genre de recherches. Les cellules sont alors formées par un protoplasma finement granuleux, et renferment un noyau assez volumineux ; elles se laissent facilement dissocier.

» Le noyau d'une cellule à l'état de repos contient un réseau formé de petites granulations irrégulières, se colorant fortement par certains réactifs, surtout par le carmin aluné et le vert de méthyle. Le nucléole, qui manque souvent, n'est qu'une granulation un peu plus volumineuse que les autres. Bientôt on voit apparaître autour d'un espace clair, dont le noyau occupe le centre, des lignes claires très fines, dirigées suivant les rayons de la cellule, et dont l'ensemble constitue un aster. Cet aster ne tarde pas à s'allonger et à prendre une forme elliptique ; le noyau s'allonge aussi dans la même direction. L'aster se divise et ses deux moitiés vont former chacune un nouvel aster aux extrémités du grand axe du noyau. A ce moment on voit disparaître, en ces deux points, la membrane du noyau, et les rayons des asters pénétrer dans son intérieur, ainsi que Bobretzky l'a décrit dans l'œuf de la *Nassa*, et Fol dans la vésicule germinative du *Pterotrachea*. Le réseau du noyau s'est alors fragmenté en plusieurs petits corps ayant la forme de bâtonnets, plus ou moins flexueux, et quelquefois de virgules. Ces petits corps viennent se placer aux extrémités des rayons des asters qui ont pénétré dans le noyau, et se disposent sur une ou plusieurs rangées, pour constituer la plaque équatoriale des auteurs. La membrane du noyau disparaît complètement et l'on voit alors nettement dans la cellule la figure bien connue du fuseau avec l'amphiaster.

Les éléments de la plaque équatoriale se séparent en deux rangées de petits bâtonnets qui se dirigent chacune, en sens contraire, en suivant le grand axe du fuseau, vers chacun des deux asters. Arrivés aux extrémités du fuseau, qui a pris alors la forme d'un rectangle, et dont les filaments sont parallèles, les bâtonnets, dont le nombre a diminué, mais aussi dont le volume s'est augmenté, se fusionnent entre eux, en commençant par leur extrémité périphérique, et constituent une figure pectiniforme.

» Le corps de la cellule commence alors seulement à s'étrangler en son milieu; les rayons des asters ont disparu, mais les filaments connectifs, qui réunissent les deux moitiés du noyau, persistent jusqu'à la séparation complète des deux nouvelles cellules. Le nouveau noyau résultant de la

fusion des bâtonnets est très réfringent et se colore d'une manière intense par les réactifs; bientôt il augmente de volume, sa membrane devient apparente ainsi que le réseau intérieur.

» A un stade plus avancé du développement de l'œuf, les cellules, en se multipliant, sont devenues de plus en plus petites; on y reconnaît cependant la même succession de transformations du noyau en voie de division. Mais, le protoplasma cellulaire étant plus transparent et sa masse étant beaucoup plus petite par rapport à celle du noyau, les asters ne se distinguent plus aussi facilement, et finissent même par devenir invisibles.

» Dans les premiers stades de la segmentation du germe, le processus de la division est plus difficile à suivre. Les cellules sont volumineuses et très granuleuses; on ne peut étudier le noyau que sur des coupes : on observe alors l'amphiaster, le fuseau et les phases suivantes.

» Lorsqu'on traite par les réactifs colorants le germe segmenté de la Truite, au premier et au deuxième jour après la fécondation, on remarque que les cellules prennent une teinte uniforme et très foncée, les éléments du noyau sont à peine plus colorés que le protoplasma. Au fur et à mesure que les cellules augmentent de nombre et diminuent de volume, l'action des matières colorantes se localise de plus en plus sur le noyau dont le réseau seul finit par se colorer. Il me semble donc probable que la substance chromatique (*chromatine*) de Flemming est d'abord uniformément répandue dans le protoplasma cellulaire et qu'elle s'en sépare petit à petit pour former les éléments figurés des noyaux.

» Des faits que je viens d'exposer rapidement on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le processus de la division cellulaire commence par le protoplasma et se manifeste par l'apparition et le dédoublement de l'aster avant aucune modification du noyau;

» 2° Les filaments pâles du fuseau sont de nature protoplasmique et viennent des rayons des asters;

» 3° La membrane du noyau disparaît d'abord aux deux pôles de son grand axe;

» 6° Les noyaux filles ne repassent pas en sens inverse, comme le prétend Flemming, par les mêmes phases que le noyau mère a traversées pour arriver à la phase de plaque équatoriale.

» Mes observations confirment en grande partie celles de Fol, chez les Invertébrés, et surtout celles de Strasburger, chez les Végétaux; cet éminent observateur attribue, en effet, au protoplasma le principal rôle dans la division cellulaire, et il a montré que la division du noyau et celle de la cellule sont deux phénomènes qui, bien que généralement liés l'un à l'autre, sont néanmoins indépendants. Mes recherches sur la formation des cellules dans le parablaste de l'œuf des Poissons osseux, recherches que je ferai connaître prochainement, m'ont conduit à une conclusion identique [1]. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer.* Note de MM. **Edm. Perrier** et **J. Poirier**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'appareil circulatoire des Étoiles de mer a été, depuis Tiedemann, l'objet de recherches assez nombreuses, mais fort peu concordantes entre elles. M. Jourdain réduit l'appareil vasculaire de ces animaux à un canal vertical, partant de la plaque madréporique, le *canal du sable*, qu'il nomme plus justement *canal hydrophore*; à un cercle oral et à cinq canaux, occupant la ligne médiane des bras et constituant les *canaux ambulacraires*. Ces derniers donnent naissance aux *tubes ambulacraires*, qui servent de pieds aux Astéries. A ce système de canaux, dont l'existence et les dispositions générales sont bien connues et qui constitue le *système ambulacraire*, Hoffmann ajoute tout un appareil circulatoire formé : 1° d'un nouveau cercle oral, situé au-dessous du premier, de cinq canaux situés sur la ligne médiane des bras, au-dessous des canaux ambulacraires, et que nous appellerons *canaux infrabrachiaux* pour les distinguer de ces derniers; 2° d'un cercle anal, tangent extérieurement à la plaque madréporique et communiquant avec le second cercle oral par une sorte de tube qui contient dans sa cavité le canal hydrophore et un corps particulier sur lequel nous aurons à revenir; 3° de dix canaux qui se rendent par paires aux glandes génitales, autour desquelles ils se dilatent pour les envelopper et auxquelles ils servent de canaux excréteurs. C'est à peu près ce qu'avaient vu Tiede-

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

mann et Johannès Müller. Les cinq vaisseaux des bras sont partagés eux-mêmes, par deux cloisons perpendiculaires, en trois canaux : l'un, supérieur et impair; les deux autres, symétriques et inférieurs. Le canal supérieur émet de chaque côté, en face de chaque ossicule ambulacraire, un vaisseau qui contourne le trou ambulacraire voisin et vient s'ouvrir dans le canal inférieur du même côté, après avoir décrit une sorte de fer à cheval; du sommet de chaque fer à cheval part un nouvean vaisseau, qui se dirige vers le bord du bras; là, tous les vaisseaux sont unis entre eux par un vaisseau marginal. Les dix vaisseaux marginaux ainsi constitués communiquent entre eux et complètent ce remarquable appareil. Ludwig parle peu de l'appareil vasculaire décrit par Hoffmann; en revanche, il place, dans l'épaisseur même de la cloison des vaisseaux brachiaux dont nous venons de parler, tout un système de canaux longitudinaux communiquant avec un cercle vasculaire oral, situé à l'intérieur du cercle de Tiedemann et d'Hoffmann; il fait, enfin, du corps appliqué au canal hydrophore, et qui a été décrit tantôt comme un cœur, tantôt comme une glande, un plexus vasculaire fort compliqué.

» Des recherches étendues sur la morphologie générale des Échinodermes nous ont conduits à rechercher ce qu'il pouvait y avoir de vrai dans ces données contradictoires, et les résultats auxquels nous sommes parvenus sont tout autres que ceux que nous venons de rappeler. Disons d'abord que l'appareil vasculaire décrit par Ludwig dans la cloison des canaux infrabrachiaux n'existe pas; cette cloison n'est pas continue : elle est réduite, en certains points, à une lame verticale; en d'autres, elle présente de véritables trous; sa surface est parcourue par une sorte de réseau fibreux, parsemé de noyaux qui se colorent en rose par le picrocarminate d'ammoniaque, tandis que le reste de la membrane demeure jaunâtre; des trabécules délicats, partant de différents points de la cloison, unissent celle-ci aux parois du canal infrabrachial, dont ils interceptent en partie la cavité. La cloison des canaux infrabrachiaux se continue, en conservant sa structure, dans le cercle oral auquel ces canaux aboutissent. Ce cercle oral et ses communications avec le cercle anal ont été bien décrits par Hoffmann. Le corps adhérent au canal hydrophore, où Ludwig voit un plexus de vaisseaux, et qu'il continue à désigner sous le nom de *cœur*, n'est autre chose qu'une glande, comme M. Jourdain l'a parfaitement vu en 1867. L'un de nous a montré que le prétendu cœur des Oursins n'était aussi qu'une glande semblable. Le fait a été confirmé récemment, par M. Kœhler, chez les Spatangues, et l'on sait que les Ophiures présentent

une glande en tout semblable. Ce que l'on persiste encore à désigner, dans nombre d'ouvrages, comme le cœur chez les Échinodermes, n'est donc, chez tous les animaux de cet embranchement, qu'un simple corps glandulaire.

» Le système de branches latérales qu'Hoffmann a vu naître des canaux infrabrachiaux a été retrouvé par nous, mais sa disposition est tout autre que celle que lui a attribuée le naturaliste de Leyde.

» Tout d'abord, les trois canaux infrabrachiaux n'en formant, en réalité, qu'un seul, il est inutile que des branches extérieures établissent entre eux une communication nouvelle; en fait, les branches latérales nées des canaux infrabrachiaux ne se recourbent pas autour des trous ambulacraires, mais poursuivent leur chemin jusqu'au bord de la gouttière ambulacraire; ce qu'Hoffmann a pris pour la seconde branche du fer à cheval n'est autre chose qu'un nouveau canal indépendant et identique au premier, qui se rapproche de lui après avoir traversé la première rangée de trous ambulacraires; ces deux canaux marchent ensuite parallèlement jusqu'au bord du bras. Là, les deux branches parallèles se bifurquent, et les deux rameaux voisins pénètrent ensemble dans un trou situé entre les deux pièces ambulacraires contiguës et les pièces adambulacraires voisines. Dans ces trous, ces deux rameaux se réunissent pour former un tronc commun *qui vient s'ouvrir directement dans la cavité générale.* Il existe toujours un trou semblable entre deux pièces ambulacraires contiguës, de sorte que *les canaux infrabrachiaux communiquent avec la cavité générale par autant de trous qu'il y a de pièces ambulacraires.* Ceci change complètement la signification de l'ensemble de cavités déterminées par Hoffmann comme un appareil vasculaire. Il ressort de ce qui suit que les canaux infrabrachiaux et les branches qu'ils émettent ne sont autre chose que des dépendances de la cavité générale, que divisent en deux étages communiquant entre eux les canaux tentaculaires et le système des pièces ambulacraires. D'ailleurs les branches des canaux infrabrachiaux éprouvent de nombreuses modifications dans leur forme et leur disposition, en raison des liaisons qu'elles présentent avec les pièces ambulacraires.

» Les canaux infrabrachiaux des Étoiles de mer présentent un mode de cloisonnement qui rappelle singulièrement celui de la cavité brachiale des Comatules. L'un de nous s'est assuré que ce cloisonnement ne se produisait que tardivement dans les bras des jeunes lames pentacrinoïdes de ces animaux et dans les bras en voie de rédintégration. Il y aurait lieu de rechercher s'il en est ainsi dans les Étoiles de mer. Quoi qu'il en soit, ce

système de cavités se présente désormais avec un caractère accidentel qui contraste avec la fixité pour ainsi dire absolue des dispositions de l'appareil ambulacraire. Ce dernier appareil demeure le trait essentiel et dominant de l'organisation de l'Échinoderme.

» Notre attention s'est également portée sur le tégument externe des canaux infrabrachiaux, tégument que sa structure a fait considérer par Hoffmann comme un système nerveux. Nous ne pouvons que confirmer, à cet égard, les recherches de cet anatomiste. Ce tégument est formé, non pas de cellules cylindriques comme celles que figure Ludwig, mais de petites cellules bipolaires, dont les filaments terminaux s'attachent aux deux surfaces opposées du tégument, et dont les portions renflées sont voisines de sa surface externe.

» Nos recherches ont été faites, au Muséum, sur des Étoiles de mer vivantes, envoyées par M. Prié, naturaliste au Pouliguen, que nous remercions ici de son zèle. Elles ont porté sur l'*Asterias rubens* et l'*Asterias glacialis*. Nous poursuivons en ce moment des recherches analogues sur les autres types d'Échinodermes. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques types de Cestodes*. Note de M. **R. Moniez**, présentée par M. Robin.

« Les produits mâles, chez le *Tænia pectinata*, sont disposés en deux séries, droite et gauche, à l'intérieur de la zone centrale, et le spermiducte apparaît de très bonne heure. La matrice est commune aux deux appareils sexuels de chaque anneau, et son rudiment présente, dès l'abord, beaucoup d'analogie avec les vaisseaux. Sous l'influence de l'accumulation des œufs à son intérieur, elle se dilate en culs-de-sac très développés, auxquels on ne peut reconnaître de parois, mais qui sont évidemment limités par l'ancienne paroi, extrêmement distendue. Sur les vieux anneaux, la matrice subit une différentiation remarquable : tous les culs-de-sac se revêtent d'une couche épaisse de granulations provenant vraisemblablement d'une prolifération cellulaire intense des parois. Ces granules se détachent, tombent dans la cavité qu'ils circonscrivent et s'interposent aux embryons; une portion d'entre eux fait bientôt corps avec ces derniers, subit une transformation semblable à celle que nous avons décrite ailleurs, à propos de la cuticule, et donne ainsi naissance à la membrane spéciale qui revêt les embryons. Le reste des granules donne naissance à ce réticulum, qui emmaille les embryons dans la matrice. Nous avons observé des faits sem-

blables chez le *Tænia cucumerina*, et la matière qui, dans ce type, donne aux œufs leur groupement caractéristique a exactement l'origine que nous venons de décrire.

» Les vaisseaux du *T. pectinata* sont caractérisés par les anastomoses larges et nombreuses qui les relient entre eux, et dont j'avais autrefois méconnu la signification; les anastomoses passent aussi d'un vaisseau à l'autre.

» Dans une autre espèce, appartenant, comme la précédente, au type du *T. expansa*, et qui se trouve fréquemment à Lille, chez le mouton, les spermatozoïdes se rendent dans le spermiducte le plus proche. L'ovaire, dont une partie s'atrophie, forme deux glandes ramifiées, réunies par un canal commun, qui débouche dans le pavillon; il est refoulé contre la matrice lorsqu'il est vide, et le pavillon semble alors s'ouvrir dans ce dernier organe. L'oviducte présente sur son trajet un amas glandulaire (?) dont les cellules offrent une énorme vacuole; cette glande existe aussi chez d'autres espèces (*T. cucumerina*, par exemple, *bulbe* des espèces du type *T. serrata*, etc.). La matrice forme deux boyaux étendus dans toute la largeur de l'anneau, aux faces ventrale et dorsale, tout contre la couche musculaire circulaire; ils sont reliés, de chaque côté, par une branche sur laquelle s'insère le pavillon. Quand la matrice est remplie d'œufs, on voit de larges communications entre ses deux parties principales.

» Chez le *Tænia Giardii*, les produits mâles ne sont pas situés au côté dorsal du corps, mais aux deux extrémités de l'anneau, où ils occupent toute la zone centrale au delà des vaisseaux; les spermatozoïdes, au lieu de sortir par le spermiducte situé du même côté, traversent au contraire tout l'anneau, pour se rendre dans le spermiducte opposé, et les deux courants se croisent, sans se mêler, au côté dorsal. Dans les anneaux jeunes, le pavillon a des dimensions considérables, bien supérieures à celles de l'ovaire, qui paraît même lui former appendice, et dont il se délimite mal; plus tard, cet organe est presque entièrement caché au milieu de l'ovaire, et il devient très facile de le méconnaître. Le pavillon amène les ovules dans une cavité où ils rencontrent les spermatozoïdes; un tube spécial les conduit dans la matrice, dont j'ai décrit ailleurs les particularités. Une portion de l'ovaire s'atrophie.

» Les œufs, chez cette espèce, diffèrent de ceux du type du *T. expansa*, par l'absence de ces masses vitellines qui apparaissent dès le début du développement; ils n'ont rien qui rappelle ce que nous avons décrit sous le nom d'*appareil pyriforme*.

» L'appareil musculaire présente très nettement ces muscles propres aux plis, que l'on a décrits à tort chez le Bothriocéphale large comme formant une couche continue sous-jacente à la cuticule, alors qu'ils ne se trouvent qu'en un point restreint de l'anneau. D'autres éléments musculaires bien distincts des fibres longitudinales et circulaires sont ces grandes cellules fusiformes, abondantes surtout dans la zone centrale, très intimement rattachées aux tissus, dépourvues de granulations et très réfringentes dans les vieux anneaux : leur mode de développement, leur forme, leurs caractères chimiques, permettent d'en faire les homologues des cellules mères des corpuscules calcaires. Les corpuscules calcaires sont, d'ailleurs, très peu abondants ici.

» Notons que la disposition des organes végétaux est telle chez cette espèce, que la fécondation pourrait parfaitement s'opérer sans que le pénis fasse saillie au dehors du cloaque. Il est vraisemblable qu'il ne s'agit pas ici d'un fait isolé, et que le rôle du faisceau musculaire inséré fréquemment à la partie postérieure du pénis n'est autre que de faire basculer cet organe pour permettre son introduction dans le vagin contigu.

» Il n'existe pas de vitellogènes chez les espèces dont je viens de parler, non plus que dans les formes voisines. L'on sait que, le plus fréquemment, ces produits se trouvent dans la zone intermédiaire et sont, à tous les âges, bien distincts de l'ovaire : chez le *Tetrarhynchus longicollis* où les muscles circulaires font défaut et où le système nerveux est refoulé contre la cuticule, il n'existe pendant longtemps aucune démarcation entre ces deux ordres d'éléments. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation de la bouche des* Dochmius *ou* Ankylostomes, *à propos de parasites de ces deux genres trouvés chez le chien.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Robin.

« Quelques helminthologistes séparent les *Dochmius* et les *Ankylostomes*, d'autres les réunissent.

» Le genre *Ankylostoma* a été créé par Dubini, en mai 1838, pour un petit Nématoïde, à bouche armée de quatre dents, trouvé sur l'homme.

» Le genre *Dochmius* a été créé par Dujardin, qui ne paraît pas avoir connu la découverte de Dubini [1], pour des espèces d'Helminthes « très » analogues entre elles, dit-il, et dont plusieurs même devront probable-

[1] Dujardin, *Hist. nat. des Helminthes*, Paris, 1845, p. 275.

» ment être réunies. Rudolphi les laissait dans la troisième section de son » genre *Strongylus*, parmi les espèces à bouche nue; mais ici, bien loin » d'être nue, la bouche est entourée d'un appareil capsulaire complet »; et voici comment il décrit la bouche : « Tête relevée et obliquement tron- » quée en dessus, contenant une large cavité pharyngienne anguleuse, ta- » pissée par une membrane résistante; bouche latérale.... »

» Parmi les Helminthes que Dujardin a classés dans son genre *Dochmius*, deux appartiennent à nos carnassiers domestiques : 1° le *Dochmius trigonocephalus*, trouvé fréquemment chez le renard et très exceptionnellement dans le chien; 2° le *Dochmius tubæformis*, trouvé très rarement aussi sur le chat et plus souvent sur des félins de ménagerie.

» Dujardin n'avait pas vu de différences bien marquées dans la bouche de ces deux *Dochmius*, mais les helminthologistes actuels signalent, chez le *Dochmius* du chat, « une forte dent à trois pointes de chaque côté de la bouche », tout en continuant à regarder comme inerme la bouche du *Dochmius* du chien.

» En faisant l'autopsie d'un certain nombre de chiens atteints d'une anémie pernicieuse qui décime les meutes dans différentes contrées de la France, où elle est connue sous le nom de *saignement de nez épidémique*, j'ai rencontré une assez grande quantité de *Dochmius*, dont les morsures irritantes avaient amené le développement d'une entérite chronique qui, elle-même, était la cause de l'anémie dont mouraient ces carnassiers.

» En étudiant ces *Dochmius*, j'ai constaté le fait suivant : c'est que, bien qu'identiquement semblables pour la taille et pour l'organisation interne, l'armature de la bouche présente certaines différences pouvant faire croire que deux et même trois espèces vivent côte à côte dans le même hôte. En effet, en examinant à un grossissement suffisant la tête de ces Helminthes, on voit que la bouche est le résultat d'une section oblique de haut en bas et d'arrière en avant, qu'elle forme une ouverture ovale dont le bord ventral est le plus proéminent; cette bouche ou ventouse est creusée en entonnoir, et ses parois latérales, près du bord inférieur, sont soutenues chacune par deux lames chitineuses, plates, conjuguées, s'élargissant et s'épaississant en arrivant à la marge de la bouche, de manière à présenter une extrémité refoulée en tête de coin, fournissant en dedans un rebord saillant, qui reste sous forme de lèvre tranchante et coriace dans les uns, ou qui se recourbe en crochet aigu chez les autres; les crochets des lames supérieures et externes étant plus volumineux que ceux des lames internes. Ces lames, opposées deux à deux, constituent une pince très analogue à la pince des

chirurgiens dite *à dents de souris*. Les *Dochmius* dont l'armature buccale ne montre pas de dents nettement crochues répondent exactement au *Dochmius trigonocephalus* de Dujardin; ceux dont chacune des quatre lames se termine par une dent franchement crochue répondent à l'*Ankylostoma duodenalis* de Dubini, qui n'a encore été vu que chez l'homme. Enfin, il y a aussi un certain nombre de ces *Dochmius* à crochets sur lesquels, en dedans des dents de la paire interne, se remarque un petit tubercule à pointe recourbée et aiguë qui rapproche singulièrement cette troisième forme du *Dochmius Balsami* de Grassi (¹), lequel, d'après Bugnon (²), ne serait autre que le *Dochmius tubæformis* de Dujardin.

» A-t-on réellement affaire, dans ce cas, à trois espèces différentes ou à une seule espèce dans laquelle, suivant l'âge peut-être, la forme crochue des dents serait plus ou moins bien marquée? Je penche vers cette dernière hypothèse, parce que ces différents états vivent côte à côte sur le même hôte et ont été rencontrés ainsi chez plusieurs chiens.

» Comme il est probable que, en examinant avec soin tous les anciens *Dochmius* de Dujardin, on leur trouvera la même armature buccale que celle que j'ai décrite et qui caractérise le genre *Ankylostoma* de Dubini, plus ancien, du reste, que le genre *Dochmius* de Dujardin, il y aura lieu de ranger, à l'avenir, dans le genre *Ankylostoma*, les anciens *Dochmius* et, dans tous les cas, le *trigonocephalus* et le *tubæformis* qui ne sont sans doute que des variétés de l'*Ankylostoma duodenalis* de Dubini (³).

» Le *Dochmius balsami* (Grassi), cité plus haut, et qui ne paraît différer de l'*Ankylostome duodénal* que par deux petites dents rudimentaires adhérentes à la face interne de la paire de petites dents, a été étudié en 1877, à Pavie, par MM. Grassi et Paronna. Le premier de ces auteurs a constaté (⁴) qu'il détermine sur le chat une maladie tout à fait analogue à la chlorose égyptienne de l'homme, par conséquent, à l'anémie du Saint-Gothard ou à celle des mineurs et, par suite, à la maladie que j'ai étudiée

(¹) C. Paronna e Grassi, *Di una nuova specie di Dochmius* (*D. balsami*), mai 1877 (*Rendic. del Istit. Lomb.*, sér. II, vol. X).

(²) Bugnon, *L'Ankylostome duodénal* (*Revue médic. de la Suisse romande*. Genève, 1881).

(³) Notons, à propos de l'anémie pernicieuse des chiens de meute, causée par le Dochmius armé ou Ankylostome, que ce parasite est aidé dans son travail pathologique par des Trichocéphales, souvent au nombre de plusieurs centaines, plantés dans la muqueuse du cæcum, ainsi considérablement hypertrophiée.

(⁴) Grassi, *Intorno ad una nuova malattia del gatto, analoga alla chlorosi d'Egitto del uomo* (*Gaz. med. italiano-lombardia*, ser. VIII, t. III, 1878).

chez le chien. J'ai eu l'occasion de vérifier l'assertion de l'observateur italien le 14 décembre dernier, à l'autopsie d'un chat mort de la même affection et causée aussi par le même parasite que je viens de retrouver sur le chien. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Endocardite diabétique.* Note de M. LECORCHÉ, présentée par M. Vulpian.

« Les inflammations multiples qui se manifestent si souvent dans le cours du diabète ne laissent aucun doute sur la tendance qu'a cette affection à produire chez les individus qui en sont atteints un état diathésique inflammatoire. Mais ces inflammations ne se localisent pas seulement à la peau, au tube digestif, aux reins ou aux poumons : elles peuvent intéresser d'autres organes. Récemment, nous avons signalé à l'Académie de Médecine (séance de décembre 1881), comme une des complications assez fréquentes du diabète, la *cirrhose atrophique du foie*. Aujourd'hui nous voulons attirer l'attention sur l'*endocardite*.

» L'endocardite diabétique, que nous avons observée plusieurs fois, paraît se montrer plus souvent chez la femme que chez l'homme (huit fois sur quatorze). Nous ne l'avons rencontrée qu'à l'état chronique et seulement dans les cas de diabète à forme subaiguë ou chronique.

» Elle n'apparaît qu'à une époque avancée de cette maladie, deux ou trois ans et même plus après son début. C'est moins l'intensité de la glycosurie que sa longue durée qui semble en favoriser l'apparition.

» Elle se localise au niveau de l'orifice mitral. Nous ne l'avons vue qu'une seule fois siéger au niveau de l'orifice aortique.

» Elle traduit son existence par un bruit de souffle au premier temps et à la pointe du cœur, par l'irrégularité et l'intermittence du pouls.

» Elle s'accompagne parfois de dégénérescence athéromateuse des artères (deux fois sur quatorze).

» Elle précipite la marche du diabète et entraîne souvent la mort, soit en provoquant un œdème plus ou moins généralisé, de l'ascite, soit en se compliquant elle-même d'hépatite aiguë.

» Elle paraît être due à l'irritation que produit sur la membrane interne du cœur le contact prolongé d'un sang altéré par la présence du sucre en excès. »

GÉOLOGIE. — *Roches ophitiques des Pyrénées. — Ages; relations avec les substances salifères; origine.* Note de M. L. DIEULAFAIT, présentée par M. Hébert.

« I. *Ages.*— Il existe dans les Pyrénées trois grands horizons ophitiques, comme l'avait parfaitement reconnu Charpentier dès 1812.

» 1° Le plus ancien, inférieur de beaucoup au calcaire à goniatites, s'étend dans les montagnes de Barège sur plus de 100^{km}, avec des épaisseurs dépassant parfois 500^{m}. Son âge ne peut pas être plus récent que le dévonien inférieur.

» 2° Le second horizon ophitique est un peu moins ancien que le calcaire à goniatites, dont il est séparé par la partie inférieure du *grès rouge pyrénéen* de M. Leymerie; d'un autre côté, *au-dessus* du dépôt ophitique se développe, d'un bout à l'autre des Pyrénées, le calcaire saccharoïde de Saint-Béat qui appartient au carbonifère. Ce second horizon ophitique est donc bien limité à la partie inférieure de la formation carbonifère.

» 3° Le troisième horizon ophitique se montre avec des caractères stratigraphiques absolument différents de ceux des deux premiers. Il est constitué exclusivement par des *pointements*, d'une étendue toujours très limitée, sans qu'il soit possible de jamais voir sur quels terrains repose la base de ces pointements. L'ensemble des faits exposés dans mon Mémoire m'a conduit à penser que ces pointements de roches ophitiques se rattachent, en profondeur, au deuxième horizon, dont ils ne seraient que des prolongements ou des réapparitions dues à des mouvements des terrains.

» Quoi qu'il en soit de ce dernier horizon, et en nous en tenant à l'observation directe et matérielle des faits, l'ensemble des résultats exposés dans mon Mémoire conduit à la conclusion générale suivante :

» Les gisements ophitiques des Pyrénées, étudiés par MM. Leymerie, Mussy, Garrigou, Magnan, au nombre de plus de trois cents, sont, sans une seule exception, plus anciens que la base de l'infralias caractérisée par la faune de l'*Avicula contorta*, et même la plus grande partie, sinon la totalité, ne dépasse pas l'âge du permien.

» Cette conclusion est en opposition absolue avec les opinions qui ont été formulées jusqu'ici sur l'âge de l'ophite, à l'exception de celle de M. Hébert. Elle infirme en particulier d'une façon complète les idées développées dans ces derniers temps sur l'âge des roches ophitiques en France et en Espagne, par MM. Michel Lévy et Macpherson, à la suite d'études

microscopiques sur les roches de cette grande division; mais, en revanche, une conclusion formulée plus haut fait disparaître plusieurs ordres de difficultés signalées par M. Michel Lévy; d'abord, difficultés résultant de l'obligation où était ce savant ingénieur d'associer les caractères des roches très anciennes, constamment révélés par l'étude microscopique des ophites, avec l'âge relativement très récent qu'il se croyait obligé d'assigner à ces roches; ensuite, difficultés d'expliquer la réapparition dans la période tertiaire de roches dont les analogues ne sont connues que dans les terrains très anciens.

» Les ophites, lherzolites, diorites, etc. des Pyrénées montrent, étudiées au microscope, tous les caractères des roches anciennes, *parce qu'elles sont des roches anciennes.* Il n'y a pas à expliquer pourquoi elles sont *en récurrence* dans la formation tertiaire, puisque la plus récente ne dépasse pas le trias inférieur, si même elle s'élève jusque-là.

» II. *Relations des ophites et des gypses.* — Le premier horizon ophitique, qui, dans les Pyrénées centrales, présente un énorme développement, ne montre pas trace de substances salines quelconques ni à son contact, ni même dans son voisinage.

» Il en est absolument de même pour celui qui supporte le calcaire saccharoïde de Saint-Béat, et cependant, si, comme on l'admet généralement, les

gine incontestablement ophitique, et surtout la présence de rognons roulés d'ophite dans les argiles salifères et les gypses, deviennent autant de faits naturels dont l'absence même s'expliquerait très difficilement. Disons encore que jamais on n'a pu constater avec certitude un recouvrement de gypse par des roches ophitiques en place, tandis qu'il est très facile de reconnaître que les gypses recouvrent les ophites (Montpeyroux : M. Hébert), ou sont étendus à leurs pieds (Salies et Montsannes : M. Hébert), ou même les contourne complètement (Betchat : M. Mussy); enfin rappelons ce fait que, sur *cent* gisements ophitiques, il y en a à peine *un* en moyenne dans les Pyrénées qui soit accompagné de substances salines. *Les roches ophitiques n'ont avec les gypses et les substances salines aucune espèce de rapport comme âge et comme origine.*

» III. *Origine des ophites.* — Le Mémoire actuel établit que, dans la chaîne entière des Pyrénées, les gisements ophitiques ne sont pas, comme on l'avait toujours cru, distribués sans règle et répartis dans tous les étages, depuis le granit jusqu'à la formation quaternaire; qu'ils occupent au contraire seulement trois horizons, et que même le troisième se rattache très probablement au second.

» Les faits stratigraphiques exposés dans ce Mémoire, et ceux que j'ai fait connaître ailleurs pour la Corse, m'avaient conduit à penser que les roches ophitiques en général étaient des combinaisons effectuées à froid, sous l'action seule du temps et des réactions chimiques ordinaires, aux dépens des bases siliceuses imprégnées de sels solubles de magnésie. Je voyais ces conditions réunies dans des estuaires, terminant une période pendant laquelle les mers auraient surtout accumulé des sédiments empruntés aux roches de la formation primordiale. Je trouvais une justification de cette idée dans ces deux conclusions, admises par tous les géologues des Pyrénées : 1° l'alternance et la liaison des roches ophitiques normales avec les gypses; 2° la présence de roches ophitiques stratifiées dans des dépôts inférieurs aux marnes salifères. En démontrant, dans le Mémoire actuel, que ces deux conclusions constituent deux erreurs absolument complètes, j'enlève à ma conception deux arguments de premier ordre; mais il en reste encore assez pour me permettre de ne pas abandonner mon idée première. Je m'empresse du reste d'ajouter que, pour conclure dans ce sens, il faut de nouvelles et complexes recherches géologiques et chimiques. Je les exécuterai dans la mesure de mes forces et de mes moyens d'action. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Variations de la température avec l'altitude dans le bassin de la Seine, pendant la période des hautes pressions du mois de janvier* 1882. Note de MM. G. LEMOINE et A. DE PRÉAUDEAU, présentée par M. Lalanne.

« On sait que la seconde quinzaine du mois de janvier 1882 a été remarquable par une série continue de hautes pressions [1]. Il en est résulté certaines modifications dans les conditions ordinaires de la distribution des températures suivant les altitudes. Voici quelques renseignements fournis à ce sujet par les observations dépendant du service hydrométrique du bassin de la Seine.

» I. M. de Fonvielle, dans son ascension du 25 janvier (*Comptes rendus*, 30 janvier 1882), a traversé la nuée opaque qui s'étendait sur Paris et a reconnu qu'elle avait une épaisseur limitée entre 300^m et 600^m d'altitude.

» Cette nuée couvrait presque entièrement la bassin de la Seine, où l'altitude de 600^m n'est dépassée que dans la zone très restreinte formée par les cimes du Morvan. Au contraire, les stations du haut Morvan, le Haut-Folin, point culminant, à l'altitude de 902^m, les Coureaux, à 800^m, la Croisette, à 650^m, qui avaient signalé des pluies et des brouillards jusqu'au 13 janvier, ont eu ensuite un temps continuellement clair jusqu'à la fin du mois, avec des vents du Nord et de l'Est.

» Aux Settons, près Montsauche (Nièvre), à l'altitude de 596^m, on arrive à la partie supérieure de la nuée : le ciel est clair du 14 au 15, du 17 au 19 et du 24 au 26; des brouillards sont observés le 16 et le 23; quelques brumes à des dates voisines.

» Dans les stations inférieures, c'est-à-dire dans presque tout le bassin de la Seine, le ciel est complètement couvert du 18 au 25; le temps est clair entre les 14 et 17 dans quelques stations voisines de 300^m d'altitude.

» Les stations élevées émergent donc au-dessus des brouillards et jouissent d'un ciel relativement très pur; c'est un caractère fréquent pour les

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 23 janvier 1882, Notes de M. E. Renou et de M. Faye. A Saint-Maur (commune de Joinville-le-Pont), à l'altitude de 39^m, les hauteurs barométriques les plus élevées observées par M. Méker, conducteur des Ponts et Chaussées, ont atteint : le 17, à 9^h du matin, $783^{mm},0$; le 25, à 9^h du matin, $777^{mm},8$; le 28, à 9^h du matin, $772^{mm},8$. Au Parc de Saint-Maur, à l'altitude $43^m,3$, M. Renou a observé, le 17 janvier, à 10^h du matin, $782^{mm},13$. Réduits au niveau de la mer, ces résultats deviennent sensiblement identiques.

pays de montagne (Puy-de-Dôme, Pic du Midi, Davos et autres stations d'hiver de la Suisse). On a déjà cité, pour janvier 1882, plusieurs faits analogues.

» II. Les brouillards ont eu surtout pour effet d'empêcher le réchauffement diurne; tandis qu'aux Settons le thermomètre est monté jusqu'à 11°,3 le 17, il ne s'est pas élevé au-dessus de zéro à Paris (Saint-Maur), du 18 au 22 janvier. Et si l'on prend la moyenne des températures maxima ([1]) des différentes stations du 14 au 27 janvier, on reconnaît une interversion dans la loi habituelle de variation de la température avec l'altitude.

	Altitudes.	Moyenne, du 14 au 27 janvier, des maxima.	des minima	Moyenne des maxima et des minima.
Les Settons (Nièvre) près des sources de la Cure	596 m	+7°,7*	−6°,0	+0°,9
Pannetière (Nièvre) près Montreuillon, sur la rivière d'Yonne	276	+3,4*	−6,2	−1,4
Tonnerre (Yonne)	140	+2,9*	−5,6	−1,3
Paris (Saint-Maur)	39	+0,2	−2,6	−1,2

» III. Si, au contraire, on examine les températures minima, on remarque qu'elles décroissent quand l'altitude augmente presque comme dans les conditions ordinaires. On ne retrouve donc pas, à ce point de vue, l'interversion signalée pendant les grands froids du mois de décembre 1879 (*Comptes rendus*, 3 mai 1880, Note de M. G. Lemoine). Les deux époques se rapprochent par l'élévation des pressions barométriques, mais le ciel était pur en décembre 1879.

» En janvier 1882, on a observé :

	Altitudes.	Plus basse température minima du 14 au 27 janvier.	Moyenne des minima du 14 au 27.
Haut-Folin, point le plus élevé du Morvan	902 m	−12°	»
La Croisette, près du Haut-Folin, au lieu dit Bois-l'Abbesse	650	−10 les 20, 21, 22 et 25	−6°,2
Le Pommoy, sur la route de Château-Chinon à Autun	650	− 9 les 19, 20, 22 et 23	−7,1
Les Settons (Nièvre), près des sources de la Cure	596	− 8,5 le 25	−6

([1]) On a pris pour températures maxima, aux stations désignées par le signe *, celles observées à 2^h de l'après-midi.

	Altitudes.	Plus basse température minima du 14 au 27 janvier.	Moyenne des minima du 14 au 27.
Pannetière (Nièvre) près Montreuillon, sur la rivière d'Yonne......	276m	—10° le 17	—6,2
Thénissey (Côte-d'Or)...........	304	— 7 le 20	—5
Clamecy (Nièvre)...............	147	— 5,6 le 26	—4,2
Tonnerre (Yonne).............	140	— 8 le 26	—5,6
Paris (Saint-Maur).............	39	— 4,3 le 21	—2,6

M. Lalanne, en présentant à l'Académie la Note qui précède, fait ressortir l'intérêt qui s'attache à des observations précises, faites pendant une même période de temps, à des hauteurs échelonnées depuis 40m jusqu'à 600m d'altitude. Il rappelle sommairement les travaux antérieurs qui ont été produits sur le même sujet, et notamment la très intéressante Note insérée par un des Correspondants de l'Académie, M. Ch. Martins, dans les *Comptes rendus* (t. LI, p. 1083), il y a déjà une vingtaine d'années. Seulement les expériences faites au Jardin botanique de Montpellier, par M. Martins, ne dépassaient pas un intervalle vertical de 49m.

« M. Daubrée présente, de la part de M. Grüner, la Carte géologique du bassin de la Loire, à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, accompagnée d'une série de coupes transversales du bassin. Les affleurements des couches, les failles et toutes les notions essentielles y sont représentées.

» Le premier Volume du texte explicatif, qui vient de paraître, est consacré à la description générale du bassin. Il fait connaître les roches diverses qui le composent, l'allure générale de ses assises, les restes organiques qui y sont enfouis, des observations fort judicieuses sur le mode de formation de ce puissant dépôt, dont l'épaisseur atteint 1500m; enfin, les produits des éruptions volcaniques et hydrothermales de la période houillère.

» La division du terrain houiller, en quatre étages principaux, que l'auteur avait signalée et figurée sur la Carte du même bassin, publiée il y a trente-cinq ans, s'y trouve confirmée : l'étage de Rive-de-Gier, reposant sur des couches bréchiformes, est recouvert par l'étage stérile de Saint-Chamond, auquel sont superposés les trois étages, supérieur, moyen et supérieur, de Saint-Étienne.

» Les failles sont tellement nombreuses et considérables dans le terrain houiller de la Loire, les couches de combustibles y varient si rapidement d'épaisseur et de nature, le toit, le mur des roches qui séparent les couches

les unes des autres sont sujettes à de tels changements qu'il a été souvent bien difficile de décider si les veines de deux districts voisins sont contemporaines ou d'âges différents.

» Mettant à profit toutes les données des exploitations, figurées chaque jour par des relevés géométriques, M. Grüner les a réunies et classées avec sagacité et exactitude. Il a ainsi éclairé tout ce qui concerne l'histoire de ce bassin. La haute importance de cet Ouvrage, fruit de plus de quarante années d'études continues et habiles, sera appréciée non seulement au point de vue théorique par les géologues, mais aussi dans la pratique, par les exploitants présents et futurs (¹). »

M. V. **Poulet** adresse une Note concernant les produits de la distillation du suc gastrique dialysé.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 février 1882.

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret, sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; Tome XIII. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le Contre-Amiral Mouchez. *Observations de* 1871-1872. Paris, Gauthier-Villars, 1882; 2 vol. in-4°.

Mémoires de la Société géologique de France; 3e série, T. II. 1. *Documents pour servir à l'étude des faunes dévoniennes dans l'ouest de la France; par* M. D. Oehlert. 2. *Mémoire sur les terrains crétacés de la Scandinavie; par* J. de Morgan. Paris, rue des Grands-Augustins, n° 7, et chez Savy, 1881-1882; 2 fascicules in-4°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève;

(¹) La seconde Partie, actuellement sous presse, accompagnée d'un Atlas de 28 planches, donnera la description détaillée de tous les districts miniers.

T. XXVII, 2e Partie. Genève, Cherbuliez et H. Georg. Paris, Sandoz et Fischbacher, 1881; in-4°.

Recherches sur l'organisation et le développement des Diptères; par J. KUNCKEL D'HERCULAIS; Atlas, Planches XII à XXVI. Paris, G. Masson, 1881; in-f°.

Société de Géographie. Liste des Membres au 31 *décembre* 1881. Paris, E. Martinet, 1882; in-8°.

Société de Médecine légale de France. Bulletin, T. VI, 2e fascicule. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

COUCHE. *Le service des eaux en juillet* 1881. Paris, typogr. Renou, Maulde et Cock, 1882; in-4°.

Notice sur le Docteur Charles Huette, de Montargis; par le Baron DE GIRARDOT. Orléans, H. Herluison, 1882; br. in-8°.

Les Pyrénées-Orientales et leur hydrologie; par J.-L. SOUBEYRAN. Montpellier, typogr. Boehm, 1881; in-8°. (Extrait des *Actes de la Société languedocienne de Géographie*).

Mémoire descriptif d'un système d'avertisseurs automatiques, ayant pour but de prévenir les collisions entre deux trains; par A. BEAUVAIS. Pithiviers, impr. Forteau, 1881; in-8°.

La traction mécanique sur les voies ferrées, empruntant le sol de la voie publique et la loi du 11 *juin* 1880. Paris, Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer, 1881; br. in-8°.

Déformation des corps solides. Limite d'élasticité et résistance à la rupture; par CH. DUGUET; 1re Partie : *Statique spéciale.* Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages sont renvoyés aux concours de Mécanique de la fondation Montyon.)

G. GUETTE. *La fuchsine.* Paris, J.-B. Baillière, 1882; br. in-12.

Mission de Laponie à bord de la Corvette le Coligny; *par* M. G. POUCHET, mai-août 1881. Atlas de 34 photographies, exécutées par M. VILLIERS-MORIAMÉ. Paris, G. Masson, 1881; in-f°.

Archives du Musée Teyler, 2e Partie. Haarlem, les héritiers Loosjes. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences, à Harlem, et rédigées par E. H. VON BAUMHAUER; T. XVI, liv. 3, 4, 5. Haarlem, les héritiers Loosjes, 1881; 3 liv. in-8°.

Observations météorologiques, faites par l'expédition de la Véga, *du cap nord à Yokohama, par le détroit de Behring*, réduites par H. HILDEBRAND-HILDE-

BRANDSON. Stokholm, 1882; br. in-8°. (Extrait des *Vega-expeditionens vetens kapliga Jakttagelser.*)

Recherches sur les comètes b et c 1881; *par* TH. BREDICHIN. Dublin, impr. A. Trom et C°, sans date; in-4°.

Proceedings of the trustees of the Peabody education fund 1874-1881; vol. II. Boston, John Wilson et Son, 1881; in-8° relié.

Medico-chirurgical transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London; T. LXIV. London, Longmans, 1881; in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVII, Disp. *a* (novembre-dicembre 1881). Torino, E. LOESCHER, 1881; in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam; zweiter Band. Potsdam, W. Engelmann, 1881; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 FÉVRIER 1882.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique. Livr. 49: *Echinodermes réguliers; par* M. G. COTTEAU. Texte : feuilles 16 et 17 du Tome X. Atlas; planches 323 à 334. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Université de France. Académie de Caen. Rentrée solennelle de la Faculté de Théologie, de l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie, etc., faite le 4 décembre 1881, *sous la présidence de M. le Recteur de l'Académie.* Rouen, imp. J. Lecerf, 1882; in-8°.

Divers appareils essayés ou proposés; par A. DE HEMPTINNE. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin du Musée de l'Industrie de Belgique.*)

Etudes nouvelles des lignes et surfaces du second degré; par E. SOURANDER. Helsingfors, Frenckel et fils, 1879; br. in-8°.

Studien über mechanische Nervenreizung, von ROBERT TIGERSTEDT. Helsingfors, 1880; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 MARS 1882.

Recueil de Mémoires et observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires publié par ordre du Ministre de la Guerre. 2e série, T. VII. Paris, J. Dumaine, 1881; in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1882. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-12.

Mécanique céleste. Exposé des méthodes de Wronski et composantes des forces perturbatrices suivant les axes mobiles; par A.-J. YVON VILLARCEAU. Paris,

Gauthier-Villars, 1881; in-4°. (Extrait du Tome II des *Annales du Bureau des Longitudes.*)

Ministère des Travaux publics. Études des gîtes minéraux de la France. Bassin houiller de la Loire; par L. GRUNER. 1re Partie : *Description générale du bassin;* Texte. A. Quantin, 1882; in-4° avec deux Cartes. (Présenté par M. Daubrée.)

Recherches sur les oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims; par M. V. LEMOINE. 2e Partie. Reims, imp. Matot-Braine, 1881; in-8°. (Présenté par M. Alph. Milne Edwards.)

Recherches anatomiques sur la grande douve du foie (distoma hepaticum) : *Thèse présentée à la Faculté de Médecine de Nancy; par* E. MACÉ. Nancy, imp. Berger-Levrault, 1882; in-4°.

De l'obstétrique en Italie; par le Dr G. MILLOT. Paris, O. Doin, 1882; in-8°.

De l'Hygiène publique et de la Chirurgie en Italie; par le Dr G. MILLOT. Paris et Cambrai, J.-B. Baillière et J. Renaut, 1876-1879; 2 vol. in-8°.

Traité des fièvres ou irritations cérébro-spinales intermittentes, etc.; par F. C. MAILLOT. Paris, J.-B. Baillière, 1836; in-8° relié.

L'œuvre du Docteur F. C. Maillot en Algérie; par le Dr CUIGNET. Paris, 1882. (Extrait de la *Gazette médicale de l'Algérie.*)

Ces quatre derniers Ouvrages sont renvoyés au concours Montyon (Médecine et Chirurgie) pour 1882.

Essai sur la nomenclature des êtres organisés; par G.-F. DOLLFUS. Paris, 1882; Opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'études scientifiques de Paris*).

L'acide prussique médicinal, les eaux distillées de laurier-cerise et d'amandes amères; par M. E. SCHMITT. Paris, J.-B. Baillière, 1882; Opuscule in-8°.

L'année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER. 25e année (1881). Paris, Hachette et Cie, 1882; in-12.

Carte géologique détaillée de la France, feuille 30 : Lisieux; feuille 82 : *Troyes;* feuille 113 : *Gray;* feuille 126 : *Besançon;* feuille 136 : *Autun.* Paris, 1882; 5 cartes en 1 feuille avec explications.

Memoria sobre el poder luminoso del gas, etc.; por don L. BREMOND. Madrid, 1881; br. in-8° (2 exemplaires).

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; T. XIV. Gennaio-febbraio-marzo 1881. Roma, 1881; 3 liv. in-4°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MARS 1882.

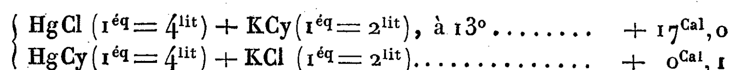
PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

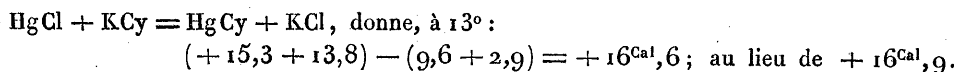
THERMOCHIMIE. — *Doubles décompositions des sels haloïdes du mercure;* par M. **Berthelot**.

I. — *Cyanures et chlorures. — Actions réciproques des sels alcalins et mercuriques.*



$$\left\{\begin{array}{ll} \mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KCy}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}),\ \text{à } 13^{\circ} \ldots\ldots\ldots & +17^{\text{Cal}},0 \\ \mathrm{HgCy}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + \mathrm{KCl}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +0^{\text{Cal}},1 \end{array}\right.$$

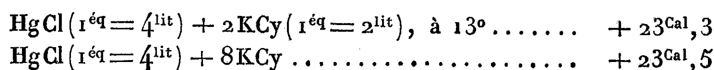
Le calcul, dans l'hypothèse d'une double décomposition complète,



$\mathrm{HgCl} + \mathrm{KCy} = \mathrm{HgCy} + \mathrm{KCl}$, donne, à 13° :

$$(+15,3 + 13,8) - (9,6 + 2,9) = +16^{\text{Cal}},6;\ \text{au lieu de } +16^{\text{Cal}},9.$$

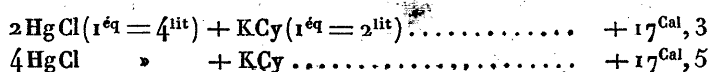
» Comme contrôle, on a fait réagir un excès de cyanure de potassium,



$$\begin{array}{ll} \mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + 2\mathrm{KCy}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}),\ \text{à } 13^{\circ} \ldots\ldots\ldots & +23^{\text{Cal}},3 \\ \mathrm{HgCl}\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + 8\mathrm{KCy} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +23^{\text{Cal}},5 \end{array}$$

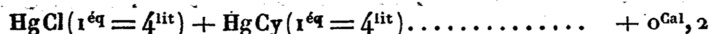
Ces chiffres s'accordent avec la transformation ultérieure du cyanure de mercure en cyanure double, HgCy, KCy, laquelle doit donner avec $2\mathrm{KCy}$: $+23^{\text{Cal}},2$; avec $4\mathrm{KCy}$: $+23^{\text{Cal}},4$.

» Au contraire, un excès de chlorure de mercure a peu d'influence,



$$2\,HgCl(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) + KCy(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) \dots\dots\dots\dots + 17^{Cal},3$$
$$4\,HgCl \quad » \quad + KCy \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots + 17^{Cal},5$$

Les petites différences entre ces chiffres et $+17^{Cal},0$ sont attribuables aux dilutions inégales et aux sels doubles ultérieurs. En effet, l'on a



$$HgCl(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) + HgCy(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) \dots\dots\dots\dots + 0^{Cal},2$$

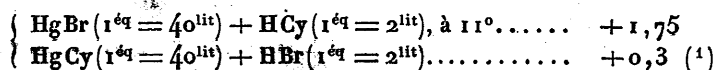
Enfin la chaleur de formation du cyanure de mercure est telle, qu'elle détermine la décomposition du cyanure double de chlorure et de potassium lui-même par le chlorure de mercure



$$HgCy, KCy(1^{\acute{e}q} = 6^{lit}) + HgCl(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}),\ \text{à } 9^{\circ} \dots\dots + 10^{Cal},0$$

» La transformation en 2HgCy dissous + KCl dissous exigerait, d'après le calcul : $+16,6 - 6,2 = +10^{Cal},4$. Le mélange des deux derniers sels donne : $+0,1$, et un peu plus avec un excès de KCl (sel double).

II. — *Cyanures et bromures. — Actions réciproques des acides.*

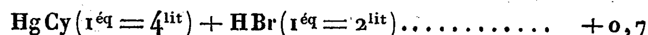


$$\left\{\begin{array}{ll} HgBr(1^{\acute{e}q} = 40^{lit}) + HCy(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}),\ \text{à } 11^{\circ} \dots\dots & +1,75 \\ HgCy(1^{\acute{e}q} = 40^{lit}) + HBr(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) \dots\dots\dots\dots & +0,3 \end{array}\right.$$ (1)

» La différence de ces deux nombres, $+1,45$, répond bien à celle des chaleurs de neutralisation : $+15,3 - 13,8 = +1,5$ et accuse le déplacement prépondérant de l'acide bromhydrique par l'acide cyanhydrique. Le nombre de la seconde réaction, malgré la grande dilution, accuse un partage, dû à la formation du bromhydrate de bromure.

» Il est facile d'en rendre compte, si l'on remarque que cette formation, en présence d'un excès d'acide bromhydrique, peut dégager jusqu'à $+2,7$ (*voir* p. 607). Ceci suffit pour donner une somme prépondérante, cette valeur (2) surpassant $+1,5$. Mais la formation du sel acide exige la décomposition partielle du cyanure de mercure par l'acide bromhydrique. Il y a dès lors partage, ce partage étant réglé par la dissociation du sel acide ; attendu que ce sel ne peut prendre naissance au sein d'une réaction, au delà de la

(1) Ce chiffre varie avec la dilution. A 10°



$$HgCy(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) + HBr(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) \dots\dots\dots\dots + 0,7$$

(2) La valeur réelle qui détermine la réaction est plus forte, car le chiffre $+2,7$ répond seulement à la fraction réellement combinée dans un système dissocié. Il faudrait rapporter toutes les réactions aux sels cristallisés, tant neutres qu'acides.

proportion où il existerait isolément en présence de l'eau, les conditions de température et de concentration demeurant les mêmes. D'après les chiffres ci-dessus, les $\frac{4}{5}$ environ de l'oxyde de mercure demeureraient unis à l'acide cyanhydrique, et $\frac{1}{5}$ seulement à l'acide bromhydrique : nombres que je donne sous toutes réserves, à cause des limites d'erreurs pour de si grandes dilutions. En tout cas, il demeure établi que les deux hydracides se font équilibre, même dans des liqueurs très-étendues : le partage résultant de la formation d'un sel acide, comme lorsqu'on oppose l'acide chlorhydrique à l'acide sulfurique, vis-à-vis d'une base alcaline (¹).

» Avec le sel anhydre et l'hydracide gazeux ou concentré, le déplacement se ferait plus nettement, à cause de l'énergie de l'hydracide anhydre, laquelle surpasse celle de l'acide étendu de toute sa chaleur d'hydratation.

Actions réciproques des sels.

HgBr cristallisé + KCy ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 11°......	+ 11,3
» + 2KCy »	+ 17,3
» + 4KCy »	+ 18,0
HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + KBr ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 12°......	+ 0,41
2HgCy » + KBr »	+ 0,48
4HgCy » + KBr »	+ 0,59
HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 2KBr ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 10°.....	+ 0,67
» + 4KBr »	+ 0,97

» Observons d'abord, comme vérification, que la différence

$$11,3 - 0,4 = +10,9$$

est égale à la différence calculée pour l'état des corps envisagés

$$(15,3 + 13,9) - (15,4 + 2,9) = +10,9 \text{ (}^2\text{)}.$$

» Interprétons maintenant les résultats. Les deux nombres 11,3 et 10,9 sont si voisins qu'il est permis d'en conclure une double décomposition presque totale de HgBr + KCy en HgCy + KBr; c'est-à-dire que l'échange réciproque des bases entre l'acide bromhydrique et l'acide cyanhydrique représente le phénomène essentiel, *chaque acide demeurant uni à la base avec laquelle il dégage le plus de chaleur.*

» Cependant le dégagement de chaleur, +0,4, produit par l'action inverse

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 642 et suivantes.

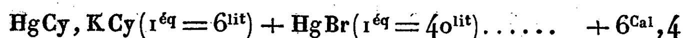
(²) + 12,6; tous les corps dissous.

du cyanure de mercure sur le bromure de potassium indique un phénomène ultérieur, tel que la formation du bromocyanure (p. 553) : $2HgCy, KBr$.

» En accroissant la dose de cyanure de mercure, on accroît aussi la dose de ce sel double, d'après les expériences ci-dessus.

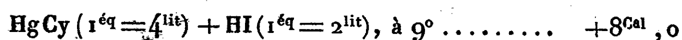
» Si l'on opère avec $2^{éq}$ de cyanure de potassium, la production du cyanure double ($HgCy, KCy$) devient au contraire prépondérante. Elle exige *à priori* : $+10,9+6,2=+17,1$; l'expérience a donné $+17,3$. Avec $4KCy$, chiffre calculé $+17,3$; trouvé $+18,0$.

» Ce même cyanure double est décomposé par le bromure de mercure, en régénérant du bromure de potassium et du cyanure de mercure :


$HgCy, KCy\,(1^{éq}=6^{lit}) + HgBr\,(1^{éq}=40^{lit})$ ..... $+6^{Cal},4$

» Le calcul, tel qu'il peut être exécuté avec des dilutions moindres, donne : $+12,6-6,2+0,5=+6,9$; ce qui s'accorde suffisamment, eu égard à la différence des concentrations.

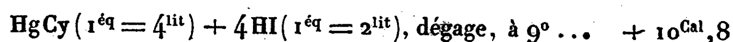
III. — *Cyanures et iodures. — Actions réciproques des acides.*


$HgCy\,(1^{éq}=4^{lit}) + HI\,(1^{éq}=2^{lit})$, à $9°$ .... $+8^{Cal},0$

» Il se forme ainsi HgI précipité. La double décomposition totale, avec formation de $HgI+HCy$ dissous, exigerait $23,2-15,3=+7,9$: ce qui concorde. On remarquera que le cyanure de mercure est décomposé par l'acide iodhydrique, avec formation d'iodure de mercure ; tandis que les actions inverses ont lieu entre l'acide cyanhydrique et le chlorure de mercure, ou le bromure de mercure. Il y a donc renversement de la réaction, lorsqu'on passe des acides chlorhydrique et bromhydrique à l'acide iodhydrique, ces hydracides étant toujours opposés à l'acide cyanhydrique. Ce renversement est la conséquence de la grandeur relative des chaleurs de neutralisation de ces divers acides par l'oxyde de mercure. En effet, l'acide cyanhydrique ($+16^{Cal},8$ pour le sel solide), surpasse à cet égard les acides bromhydriques ($+15^{Cal},4$) et chlorhydrique ($+11^{Cal},0$); mais il est surpassé lui-même par l'acide iodhydrique ($+23^{Cal},2$).

» Cependant la réaction n'est pas tout à fait totale et la réaction inverse peut se développer dans une faible mesure. L'iodure de mercure rouge, étant broyé avec une solution d'acide cyanhydrique ($HCy=2^{lit}$), s'y dissout en petite quantité, avec un léger abaissement de température : ceci s'explique par la formation des sels acides.

» La formation de tels sels résulte de l'expérience suivante :


$HgCy\,(1^{éq}=4^{lit}) + 4HI\,(1^{éq}=2^{lit})$, dégage, à $9°$ ... $+10^{Cal},8$

sans donner lieu à aucun précipité permanent : l'iodure de mercure se dissout donc ici en dégageant $+ 2^{Cal},8$; précisément comme dans l'acide iodhydrique pur. Pour connaître la valeur réelle qui détermine la réaction inverse de l'acide cyanhydrique sur l'iodure de mercure, il conviendrait d'ajouter à ce chiffre la chaleur de formation (non mesurée jusqu'ici) du sel acide cristallisé et la chaleur dégagée par la formation de l'iodocyanure cristallisé (p. 552); puis de comparer la somme de ces trois effets à la chaleur de formation de l'iodure de mercure, au moyen de l'acide iodhydrique et du cyanure de mercure, pris à équivalents égaux.

» En tout cas, la réaction inverse de l'acide cyanhydrique sur l'iodure de mercure ne s'exerce que sur de très petites quantités de matière; d'abord parce qu'elle présuppose la formation de l'acide iodhydrique par réaction directe, acide indispensable pour engendrer un sel acide, et surtout parce que le sel acide et le sel double dissociés interviennent seulement suivant la proportion où ils peuvent exister isolément, dans les conditions de l'expérience. (Voir dans l'*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 442 et 670, les principes applicables à l'interprétation de cet ordre de réactions.)

Actions réciproques des sels.

HgI (rouge cristallisé)	$+$ KCy ($1^{éq} = 8^{lit}$),	à 11°, se dissout en dégageant ..	$+5,2$
»	$+$ 2KCy	» » ...	$+9,7$
»	$+$ 4KCy	» » ...	$+9,9$
KI ($1^{éq} = 2^{lit}$)	$+$ HgCy ($1^{éq} = 4^{lit}$),	à 14° (1)	$+1,95$
»	$+$ 2HgCy	»	$+2,7$
»	$+$ 4HgCy	»	$+3,0$
2KI »	$+$ HgCy	»	$+2,3$
4KI »	$+$ HgCy	»	$+2,5$

» La différence expérimentale des valeurs $5,2 - 1,95 = + 3,2$ concorde avec la double différence des chaleurs de neutralisation

$$(- 23,2 - 2,9) + (15,3 + 13,8) = + 3,0,$$

autant qu'on peut l'attendre d'une comparaison faite entre des données si nombreuses : ceci vérifie donc l'exactitude des expériences.

» Mais il ne s'agit plus ici d'une double décomposition pure et simple, telle que celle de HgI + KCy dissous en HgCy dissous + KI dissous, laquelle dégagerait $+ 3,0$ au lieu de $+ 5,2$. Il y a en outre formation de

(1) Cette liqueur ne tarde pas à déposer des cristaux KI, 2HgCy, 2HO.

sels doubles, comme le prouvent les chaleurs observées lorsqu'on mélange en diverses proportions l'iodure de potassium et le cyanure de mercure.

» L'addition d'un excès de KCy, tel que 2KCy ou 4KCy dissous, accroît la chaleur dégagée, dans une proportion telle que la présence de 2KCy donne un résultat thermique, calculable dans l'hypothèse d'un double échange suivi de la formation du sel double HgCy, KCy. En effet, d'après cette hypothèse, en partant de 1éq d'iodure de mercure, HgI, formant 1éq de KI, on aura avec 2KCy : + 3,0 + 6,2 = + 9,2; avec 4KCy : + 9,4. Voilà ce qui arrive avec un excès de cyanure de potassium, le maximum thermique, répondant alors au sel HgCy, KCy (1).

» En présence d'un excès de cyanure de mercure, le composé qui dégage le plus de chaleur est, au contraire, le cyanoiodure KI, 2HgCy ou plutôt (HgI + HgCy, KCy). 1éq d'iodure de potassium, KI, et un excès de cyanure de mercure, donnent en effet un dégagement de chaleur, croissant avec cet excès jusqu'à $+3^{\text{Cal}}$. Si l'on part du système équivalent formé par 1éq d'iodure de mercure, HgI, 1éq de cyanure de potassium, KCy, et un excès de cyanure de mercure, la chaleur dégagée s'élève jusqu'à $+6^{\text{Cal}}$; tous chiffres d'expérience qui concordent avec la conclusion théorique.

» Enfin, si l'on opère avec un excès d'iodure de potassium, mis en présence de 1éq de cyanure de mercure, le maximum thermique, indiqué par la théorie et confirmé par l'expérience, répond à la formation simultanée de l'iodure double de mercure et de potassium, 2HgI, KI, et du cyanure double :
HgCy diss. + $(n+1)$KI diss. = $\frac{1}{2}$HgI diss. dans $(n+\frac{1}{2})$ KI + $\frac{1}{2}$(HgCy, KCy).

» En effet, la formation de HgI dissous dans KI, calculée depuis HgO et HI étendu, dégage $+23^{\text{Cal}},2 + 2^{\text{Cal}},8 = +26^{\text{Cal}},0$, et celle du cyanure de potassium, depuis KO et HCy, $+3^{\text{Cal}},0$; soit en tout : $+29^{\text{Cal}},0$, quantité égale à la chaleur de formation du système réciproque : HgCy diss. + KI diss. (pris séparément), soit 15,3 + 13,7 = + 29,0. Mais si l'on admet que la moitié seulement du système initial éprouve cette transformation, le cyanure de potassium formé, $\frac{1}{2}$KCy, s'unira avec le cyanure de mercure excédant, $\frac{1}{2}$HgCy, en dégageant + 3,1, et telle est la réaction qui répond au maximum théorique. L'expérience a donné + 2,5; chiffre un peu plus faible, sans doute à cause de la dissociation partielle des composés, résultat inévitable de la présence de l'eau (2).

(1) Ces calculs, de même que les suivants, sont établis pour l'état dissous, afin de simplifier; mais les conclusions demeurent les mêmes, si l'on rapporte tout aux sels solides.

(2) La dissociation des sels doubles dissous et l'accroissement inverse dans l'état de

On voit par là que le maximum thermique répond à trois sels doubles distincts, suivant les proportions relatives et l'excès de l'un ou de l'autre des trois composants, savoir : Hg Cy, K Cy ; (HgI, [HgCy, KCy]) ; ou bien 2HgI, KI. Si l'on opère à équivalents égaux, avec KI + Hg Cy ou HgI + K Cy, il est facile de reconnaître, par les rapports de poids équivalents, qu'aucun de ces trois sels ne peut prendre naissance d'une façon exclusive; deux au moins de ces sels doivent donc coexister alors dans les liqueurs.

» Le caractère graduel des variations thermiques, produites par l'addition d'un excès croissant de l'un quelconque des trois composants, KCy, KI, ou HgCy, démontre que chacun des sels doubles se trouve en partie dissocié et qu'il tend à se former complètement sous l'influence du composant correspondant. De là une série d'équilibres complexes, réglés par le degré de la dissociation et les proportions relatives. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la reproduction, par la photographie, des diverses phases du vol des oiseaux.* Lettre de M. **Marey** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Naples, 9 mars 1882.

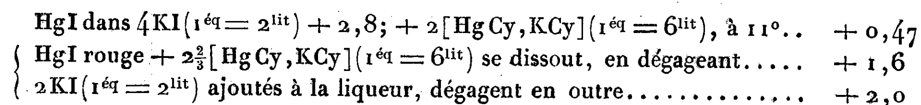
» J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que je viens d'obtenir, au moyen de la photographie instantanée, l'analyse complète des différentes formes de la locomotion, y compris le vol des oiseaux.

» Il y a deux ans environ que M. Muybridge, de San-Francisco, a publié d'admirables épreuves de chevaux lancés aux allures les plus rapides et surpris par la photographie en $\frac{1}{500}$ de seconde; le célèbre Américain a même, sur mes instances, braqué son objectif sur un groupe de pigeons au vol : on voit sur le cliché certaines images assez nettes pour que la position des ailes y soit facile à déterminer.

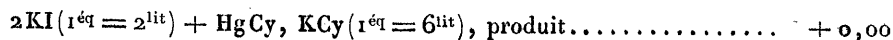
» Mais, dans les expériences de M. Muybridge sur le vol, il n'était re-

---

combinaison par un excès des composants sont encore attestés par ceci :


HgI dans 4KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) + 2,8; + 2[HgCy, KCy] ($1^{éq} = 6^{lit}$), à 11°.. + 0,47
{ HgI rouge + $2\frac{2}{3}$[HgCy, KCy] ($1^{éq} = 6^{lit}$) se dissout, en dégageant..... + 1,6
{ 2KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) ajoutés à la liqueur, dégagent en outre.............. + 2,0

La somme 2,0 + 1,6 = 3,6 est suffisamment voisine de + 3,3 = + 0,47 + 2,8. La valeur + 1,6 traduit la transformation de HgI aux dépens de la fraction de KCy libre par dissociation qui existe dans la solution de Hg Cy, KCy. Au contraire :


2KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) + HgCy, KCy ($1^{éq} = 6^{lit}$), produit................ + 0,00

cueilli qu'une seule image de l'oiseau, tandis que l'analyse des mouvements du vol exige une série d'attitudes avec la connaissance de l'instant précis où chacune d'elles s'est produite.

» Une méthode que notre confrère M. Janssen a imaginée lors du passage de Vénus sur le Soleil, pour suivre les phases du mouvement relatif des deux astres, m'a semblé remplir, en principe, les conditions voulues. Mais j'ai trouvé bien des difficultés d'exécution, à cause de la rapidité extrême avec laquelle doivent se mouvoir les pièces du revolver photographique dont j'avais besoin.

» J'ai réussi enfin à construire, dans le format d'un fusil de chasse, un instrument qui donne aisément douze images successives par seconde, chaque image n'employant pour se produire que $\frac{1}{700}$ de seconde.

» Avec des plaques au gélatinobromure d'argent, cette durée est suffisante même pour un temps couvert. On peut, par un beau soleil, réduire la pose à $\frac{1}{1500}$ de seconde (ces durées ont été contrôlées au chronographe).

» En disposant une série de ces images dans un phénakistiscope de Plateau, on reproduit l'aspect de l'oiseau qui vole, dans des conditions qui rendent facile l'analyse du mouvement.

» Mes expériences nouvelles confirment les résultats que m'avaient donnés, il y a quelques années, l'analyse graphique du mouvement de l'oiseau, mais elles y ajoutent beaucoup de notions importantes.

» Dans quinze jours, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie mon appareil et mes épreuves photographiques. »

M. J. Janssen fait, au sujet de cette Communication, les remarques suivantes :

« Je dois dire combien je suis heureux que notre éminent confrère, M. Marey, ait réussi à saisir par la photographie les attitudes du vol dans les oiseaux.

» La question de l'enregistrement photographique des attitudes des animaux dans le vol, la marche, et en général dans la locomotion, m'a plus particulièrement intéressé depuis que je me suis occupé de la construction d'un appareil propre à saisir les diverses phases du contact de la planète Vénus dans ses passages sur le Soleil.

» Dans une Communication, déjà ancienne, à la Société française de Photographie, j'ai montré que l'intérêt du nouvel appareil consistait surtout dans ces applications biologiques.

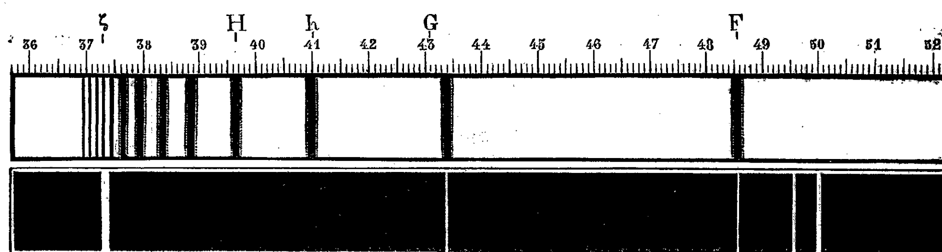
» Dernièrement notre confrère a bien voulu m'écrire pour me demander des détails sur les dispositions du *revolver photographique*, et je me suis empressé de lui répondre.

» Je ne sais pas encore dans quelle mesure ces dispositions du revolver ont pu être utilisées par M. Marey, mais il n'est pas douteux que le principe de cet instrument, qui permet de reproduire avec tant de facilité et de simplicité des phases extrêmement rapprochées de tout phénomène variable, ne puisse donner de bonnes solutions de ces questions. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie du spectre de la grande nébuleuse d'Orion.* Note de M. **W. Huggins.**

« Mardi dernier, 7 mars, j'ai obtenu une photographie du spectre de la nébuleuse d'Orion, avec une pose de quarante-cinq minutes.

» Le spectroscope et l'appareil spécial attachés au télescope, avec un miroir métallique de $45^{mm},7$ de diamètre, sont ceux dont je me suis servi pour les photographies des spectres des étoiles [1]. L'image photographique s'étend d'environ λ 5000 jusqu'au delà de M dans l'ultra-violet.



» Mes recherches sur la partie visible du spectre des nébuleuses ont montré l'existence de quatre raies brillantes isolées [2]. La plus forte de ces raies, λ 5005, coïncide avec la composante la moins réfrangible de la plus forte raie double de l'azote. La seconde raie a une longueur d'onde λ 4957. Les deux autres, plus réfrangibles, coïncident avec les raies Hβ (F) et Hγ de l'hydrogène.

» Sur la plaque photographique, on peut voir toutes ces raies; mais, outre ces raies connues, la photographie nous révèle, pour la première fois, une raie très forte dans la partie ultra-violette du spectre. La grande fai-

(1) Voir *Phil. Trans.*, 1880, p. 677.

(2) *Phil. Trans.*, 1864, p. 437. — *Proc. R. S.*, 1872, p. 380.

blesse de la lumière de la nébuleuse m'a fait employer une fente un peu plus large que pour les spectres d'étoiles. Pour cette raison, on ne peut pas déterminer la position de la raie avec une précision tout à fait aussi grande, mais la longueur d'onde de cette raie nouvelle est très voisine de λ 3730. Il est bien probable qu'elle coïncide avec une des raies du spectre typique que donnent les étoiles blanches les plus brillantes (voir *Comptes rendus*, 1879).

» Pour faciliter la comparaison, j'ai ajouté ce spectre typique des étoiles blanches au spectre de la nébuleuse. Les raies de ces étoiles sont larges et ailées, mais celles de la nébuleuse sont fixes et nettes.

» Dans la photographie de la nébuleuse, on ne peut reconnaître avec certitude des raies dans la partie du spectre entre Hγ et la nouvelle raie 3730, ni plus réfrangibles que celle-ci. Si d'autres raies existent, il faut qu'elles soient très faibles par rapport aux autres raies. J'espère, au moyen d'une plus grande durée de pose et de plaques douées d'une plus grande sensibilité, obtenir des informations sur ces points.

» La photographie laisse voir aussi un spectre continu faible, qui peut bien venir de la lumière stellaire. Pendant la pose, les étoiles du Trapèze étaient placées près du bord de la fente, en sorte que la lumière de la partie la plus brillante de la nébuleuse peut intervenir pour donner un spectre sur la plaque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application du théorème d'Abel.* Note de M. F. Brioschi.

« 1° Dans une Communication à l'Académie du 14 février 1881 (*Comptes rendus*, n° 7), j'ai démontré comment le théorème d'Abel se prêtait à l'étude de l'équation différentielle de Lamé. Les formules que j'ai données dans cette première Communication contiennent, je pense, les éléments nécessaires pour la solution de l'équation de Lamé dans toute sa généralité. Parmi les nombreuses conséquences de ces formules, celles qui suivent conduisent facilement aux résultats publiés par M. Hermite, pour le cas de $n = 3$, dans les *Comptes rendus* du 13 février dernier.

» Je considère ici, comme dans ma première Communication, le cas de n impair, et je rappelle l'équation fondamentale

$$P^2(X) - \Psi^2(X)\varphi(x) = F(x)(x - \xi), \tag{1}$$

dans laquelle $X = x - \rho$. On aura donc, pour les racines $x_1, x_2, \ldots, x_n$ de l'équation $F(x) = 0$,

$$P(X) + \Psi(X)\sqrt{\varphi(x)} = 0,$$

desquelles, si l'on pose $S_r = \Sigma X^r$, on déduit les relations suivantes :

$$\begin{array}{l}
S_0\beta_{\frac{n+1}{2}} + S_1\beta_{\frac{n-1}{2}} + \ldots + S_{\frac{n-1}{2}}\beta_1 + S_{\frac{n+1}{2}} = 0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
S_{\frac{n-1}{2}}\beta_{\frac{n+1}{2}} + S_{\frac{n+1}{2}}\beta_{\frac{n-1}{2}} + \ldots + S_{\frac{n-1}{2}}\beta_1 + S_n = 0,\\
S_{\frac{n+1}{2}}\beta_{\frac{n+1}{2}} + S_{\frac{n-3}{2}}\beta_{\frac{n-1}{2}} + \ldots + S_n\beta_1 + S_{n+1} \pm C\gamma_0 = 0;
\end{array}$$

ou, en posant

$$\Delta = \begin{vmatrix} S_0 & S_1 & \ldots & S_{\frac{n+1}{2}} \\ S_1 & S_2 & \ldots & S_{\frac{n+3}{2}} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ S_{\frac{n+1}{2}} & S_{\frac{n+3}{2}} & \ldots & S_{n+1} \end{vmatrix}, \quad \Delta_1 = \frac{d\Delta}{dS_{n+1}},$$

on aura

$$\Delta = \pm C\gamma_0\Delta_1,$$

Δ étant le discriminant de l'équation $F(x) = 0$. Or j'ai énoncé, dans ma première Communication, que $\mu = 2\gamma_0$; on aura ainsi

$$\mu^2 = 4\frac{\Delta^2}{C^2\Delta_1^2}.$$

» Si maintenant on se rappelle que

$$(2) \qquad C = \pm F'(x_r)\sqrt{\varphi(x_r)}$$

pour $r = 1, 2, \ldots, n$, on voit tout de suite que la valeur de C^2 en fonction des coefficients de l'équation $F(x) = 0$, donnée dans ma Communication antérieure, devra avoir comme facteur le discriminant Δ, et l'on aura

$$(3) \qquad C^2 = D\Delta,$$

et, en conséquence,

$$(4) \qquad \mu^2 = 4\frac{\Delta}{D\Delta_1^2}.$$

D'autre part, n étant impair,

$$\Pi F'(x_r) = -\Delta,$$

on déduit de la relation (2)

$$C^{2n} = \Delta^2 \Pi \varphi(x_r);$$

mais

$$\Pi \varphi(x_r) = -4^n F(e_1) F(e_2) F(e_3),$$

e_1, e_2, e_3 étant les racines de l'équation $\varphi(x) = 0$, et l'on aura, en conséquence,

$$D^n \Delta^{n-2} = -4^n F(e_1) F(e_2) F(e_3),$$

par laquelle l'expression (4) de μ^2 devient

$$\mu^2 = -4^{n+1} \frac{F(e_1) F(e_2) F(e_3)}{\Delta_1^2 D^{n+1} \Delta^{n-3}}.$$

» La relation (1) donne

$$\xi - e_s = -\frac{P(e_s)}{F(e_s)};$$

mais, étant identiquement

$$4e_s^3 - g_2 e_s - g_3 = 0,$$

on pourra poser

$$F(e_s) = f_0 e_s^2 + f_1 e_s + f_2, \quad P(e_s) = \varphi_0 e_s^2 + \varphi_1 e_s + \varphi_2,$$

f_0, f_1, f_2 étant des polynômes en ρ des degrés $n-1$, $n-2$, n, et $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$ des fonctions rationnelles, mais fractionnaires, de ρ. Or, en posant

$$L = f_1^2 - f_0 f_2 - \tfrac{1}{4} g_2 f_0^2,$$
$$M = \tfrac{1}{4} g_3 f_0^2 - f_1 f_2,$$
$$N = f_2^2 + \tfrac{1}{4} g_2 f_0 f_2 - \tfrac{1}{4} g_3 f_0 f_1,$$

on a

$$F(e_2) F(e_3) = L e_1^2 + M e_1 + N - \tfrac{1}{4} g_2 L,$$
$$e_1 F(e_2) F(e_3) = M e_1^2 + N e_1 + \tfrac{1}{4} g_3 L,$$
$$e_1^2 F(e_2) F(e_3) = N e_1^2 + \tfrac{1}{4}(g_3 L + g_2 M) e_1 + \tfrac{1}{4} g_3 M;$$

en conséquence, on déduira

$$F(e_2) F(e_3) P(e_1) = H R(e_1),$$

étant

$$H = F(e_1) F(e_2) F(e_3), \quad R(e_s) = r_0 e_s^2 + r_1 e_s + r_2,$$

et

$$H r_0 = L \varphi_2 + M \varphi_1 + N \varphi_0,$$
$$H r_1 = M \varphi_2 + N \varphi_1 + \tfrac{1}{4}(g_3 L + g_2 M) \varphi_0,$$
$$H r_2 = (N - \tfrac{1}{4} g_2 L) \varphi_2 + \tfrac{1}{4} g_3 L \varphi_1 + \tfrac{1}{4} g_3 M \varphi_0.$$

On obtient ainsi les relations suivantes :

$$\xi - e_s = - F(e_s) R^2(e_s).$$

» Enfin, entre autres formules générales, je cite la suivante, qui nous sera utile plus tard :

(5) $$\xi - \mu^2 = \rho - 2\beta,$$

par laquelle on trouve la valeur de ξ en fonction de ρ.

» 2° Soit $n = 3$, on a

$$F(x) = (x - \rho)^3 + \alpha_2(x - \rho) + \alpha_3,$$

étant

$$\alpha_2 = \tfrac{1}{4}\varphi'(\rho), \quad \alpha_3 = \tfrac{1}{4}\varphi(\rho) - \rho\varphi'(\rho).$$

On trouve

$$\beta_1 = - \frac{3}{2}\frac{\alpha_3}{\alpha_2}, \quad \beta_2 = \tfrac{2}{3}\alpha_2,$$

et

$$\Delta = - (4\alpha_2^3 + 27\alpha_3^2), \quad D = - 4\rho, \quad \Delta_1 = - 6\alpha_2.$$

Les équations (4) et (5) donnent, pour les valeurs de μ^2, ξ en fonctions de ρ, les expressions suivantes :

$$\mu^2 = \frac{4\alpha_2^3 + 27\alpha_3^2}{36\rho\alpha_2^2}, \quad \xi = \mu^2 + \rho + 3\frac{\alpha_3}{\alpha_2}.$$

Ensuite, étant

$$f_0 = - 3\rho, \quad f_1 = 6\rho^2, \quad f_2 = - \rho(15\rho^2 - g_2),$$

on déduit

$$L = - 3\rho^2\alpha_2, \quad M = - 3\rho^2(\rho\alpha_2 + 3\alpha_3), \quad N = - 3\rho^2(6\rho\alpha_3 - \alpha_2^2 + \tfrac{1}{12}g_2\alpha_2),$$

et, à cause de

$$\varphi_0 = 1, \quad \varphi_1 = \beta_1 - 2\rho, \quad \varphi_2 = \beta_2 - \beta_1\rho + \rho^2,$$

on obtient

$$r_0 = - \frac{1}{2\rho\alpha_2}, \quad r_1 = - \frac{1}{2\alpha_2}, \quad r_2 = \frac{1}{2\rho\alpha_2}(\rho^2 + \tfrac{1}{12}g_2).$$

Par conséquent, si l'on pose

$$P(e_s) = 15\rho^2 - 6e_s\rho + 3e_s^2 - g_2,$$
$$A(e_s) = 3\rho^2 - 3e_s\rho - 3e_s^2 + \tfrac{1}{4}g_2,$$

on a

$$F(e_s) = - \rho P(e_s), \quad R(e_s) = \frac{A(e_s)}{6\rho\alpha_2},$$

et

$$\mu^2 = \frac{P(e_1)P(e_2)P(e_3)}{36\rho\alpha_2^2}, \quad \xi - e_s = \frac{P(e_s)A^2(e_s)}{36\rho\alpha_2^2},$$

formules déjà données par M. Hermite dans sa Communication du 13 février.

» 3° Pour une racine quelconque de l'équation $F(x) = 0$, étant

$$F'(x)dx + \frac{dF}{d\rho}d\rho = 0,$$

on aura, en se rappelant les relations (2) et (3),

$$\frac{dx}{\sqrt{\varphi(x)}} + \frac{dF}{d\rho}\frac{d\rho}{\sqrt{D\Delta}} = 0;$$

mais, comme j'ai démontré, dans ma première Communication,

$$\sum \frac{dx}{\sqrt{\varphi(x)}} + \frac{d\xi}{\sqrt{\varphi(\xi)}} = 0,$$

on aura donc

$$\frac{d\xi}{\sqrt{\varphi(\xi)}} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{D\Delta}}d\rho,$$

ayant posé $\varepsilon = \sum \frac{dF}{d\rho}$. Or ε est évidemment un polynôme en ρ du degré $n-1$, et $D\Delta$ ou C^2 un polynôme du degré $2n+1$; la relation générale (5) conduit, par conséquent, à la réduction d'une intégrale hyperelliptique de la classe $n-1$ à l'intégrale elliptique de première espèce. Pour $n=3$, $\varepsilon = -6(5\alpha_2 + g_2)$, on aura donc

$$\frac{5\alpha_2 + g_2}{\sqrt{\rho(4\alpha_2^3 + 27\alpha_2^3)}} = -\frac{1}{3}\frac{d\xi}{\sqrt{4\xi^3 - g_2\xi - g_3}},$$

la relation entre ξ et ρ étant

$$\xi = \frac{1}{36\rho\alpha_2^2}(16\alpha_2^3 + 27\alpha_3^2 + 108\rho\alpha_2\alpha_3 + 3g_2\alpha_2^2),$$

comme M. Hermite l'a déjà démontré. Dans une prochaine Communication, je me propose de donner les formules générales pour le cas de n pair. »

THERMODYNAMIQUE. — *Considérations sur la théorie cinétique des gaz et sur l'état vibratoire de la matière.* Note de M. A. LEDIEU.

« I. Il ne semble pas licite de tirer des expériences récentes de M. Hirn sur la résistance de l'air ([1]) une condamnation formelle de la théorie cinétique des gaz, tant qu'on n'aura pas mis en complète évidence la formule fondamentale qu'elles rendraient inacceptable, ce qui, selon nous, reste à faire.

» Toutefois, on savait déjà que les lois expérimentales du frottement des gaz et de leur conductibilité étaient en désaccord avec cette théorie. Aussi des physiciens distingués ont-ils depuis quelque temps fait des réserves expresses à son sujet, en rappelant qu'elle ne possède qu'un pouvoir de prédiction trop limité et trop incertain pour prendre un rang définitif dans la science.

» En tous cas, peut-on prétendre que l'hypothèse cinétique elle-même se trouverait compromise du même coup? Ce serait aller un peu vite en besogne. D'abord, il faut bien préciser cette hypothèse. En second lieu, il convient d'examiner si elle sert *intégralement* de base à la théorie en discussion. Enfin, on doit étudier si elle n'y a pas été introduite d'une manière incorrecte, comme le pensent quelques géomètres, qui ne traitent les problèmes de la dynamique qu'avec la dernière rigueur ([2]).

» II. L'hypothèse cinétique *générale* consiste à admettre que les molécules constituant tous les corps, aussi bien simples que composés, sont formées d'atomes en vibration, et que par ailleurs ces molécules, considérées comme des solides *fictifs* ou *instantanés*, possèdent des mouvements propres au sein de l'éther cosmique.

» Pour les liquides et les solides, on suppose que les *centres de gravité* des molécules oscillent autour de positions moyennes; mais pour les gaz on voudrait que ces *centres de gravité soient animés de mouvements de translation très rapides, ayant lieu dans toutes les directions, et de plus rectilignes et uniformes dans l'intervalle des chocs des molécules entre elles ou contre les parois qui les renferment.*

» Or c'est cette dernière hypothèse, fort complexe et toute *secondaire*, qui sert *exclusivement* de base à la théorie actuelle des gaz. En outre, rien ne

---

([1]) *Comptes rendus* du 13 février, p. 377.

([2]) *Voir* une Note de M. de Saint-Venant (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 716).

la justifie *a priori*. Elle n'est même aucunement rationnelle; car, au moins dans les gaz en repos d'ensemble, on ne voit pas pourquoi les centres de gravité des molécules n'auraient pas des oscillations analogues à celles qu'on admet dans les solides et les liquides, sauf à leur supposer une plus grande étendue.

» En partant de cette manière de voir, M. Clausius et moi-même avons donné, chacun de notre côté, des démonstrations directes de la formule importante et bien connue de Thermodynamique $\int \frac{dQ}{T} = 0$ [1]. Il est vrai que l'éminent physicien ne paraît avoir suivi cette voie que d'une façon incidente, puisqu'il n'a cessé d'être l'auteur le plus fécond des extensions de la théorie qui nous occupe.

» Au surplus, la principale vérification *a posteriori* de l'hypothèse cinétique *secondaire* consiste dans l'établissement de la loi de Mariotte. Mais ce résultat n'est obtenu que par plusieurs fausses applications de *la loi des grands nombres*. En effet, pour y arriver, on part des deux suppositions suivantes :

» 1° Il est permis de considérer les molécules comme *concentrées* en leurs centres de gravité, et animées des mouvements de translation susrelatés, et de faire abstraction complète des vibrations des atomes au sein de chaque molécule.

» 2° Les angles d'incidence et de réflexion de chaque centre de gravité dans les chocs contre les parois peuvent être regardés comme moyennement égaux.

» Puis, appliquant le théorème des impulsions à une molécule quelconque, on pose l'équation

$$(1) \qquad 2MU = \int f dt.$$

» M est ici la somme Σm des masses des atomes de la molécule considérée.

» + U représente la valeur de la vitesse du centre de gravité projetée sur un axe normal à la surface du solide fictif de la paroi actionnée par la molécule. Cette valeur correspond donc au moment où l'action atomique de cette paroi commence à se faire sentir, de façon à modifier désormais l'état dynamique de la molécule, c'est-à-dire correspond au commencement de ce qu'on doit appeler le choc.

» — U figure alors, grâce à la supposition 2°, la valeur de la vitesse projetée à la fin du choc.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 221, 309 et 537.

» f est la projection sur l'axe précité des réactions que la molécule subit de la part de la paroi.

» Nous allons voir que l'équation (1) est absolument inadmissible. Rigoureusement, il convient de poser

$$(2)\qquad \Sigma m[(\mathrm{U}-\mathrm{U}')+(u-u')]=\int f\,dt,$$

en appelant

» u et u' les quantités positives ou négatives dont il faudrait accroître pour chaque atome de la molécule, au commencement et à la fin du choc, les vitesses projetées U et U' du centre de gravité du système aux mêmes instants.

» Pour pouvoir remplacer l'équation (2) par l'équation (1) dans les sommations que comporte la suite des raisonnements, il faudrait d'abord que, en vertu de *la loi des grands nombres*, et comme l'implique la supposition 1°, on pût négliger le terme $\Sigma m(u-u')$. Mais l'erreur moyenne qu'on commettrait ainsi est égale, d'après le Calcul des probabilités, à $\sqrt{\Sigma[\Sigma m^2(u-u')^2]}$ divisée par la racine carrée du nombre des molécules, prises par groupe. Elle pourrait donc se trouver considérable et d'un ordre de grandeur égal ou même supérieur à celui de $\Sigma m(\mathrm{U}-\mathrm{U}')$; car on ne sait rien sur les valeurs mêmes des vitesses de vibration et sur les modifications qu'elles sont en mesure de subir dans le choc, avec les intensités énormes et profondément variables des forces atomiques en jeu.

» En second lieu, pour un motif analogue à celui que nous venons de développer, et eu égard, en outre, à la constitution matérielle de la paroi, la supposition 2° n'est pas non plus licite. Il s'ensuit qu'on ne se trouve pas en droit de prendre, dans la formule (1), $-\mathrm{U}$ pour la projection de la vitesse du centre de gravité de la molécule à la fin du choc. Donc cette formule renferme deux erreurs de principe.

» Quant à la relation exacte (2), on voit incidemment que le commencement et la fin du choc y sont indéterminés, attendu qu'il n'existe plus alors, comme ci-dessus, un critérium pour fixer les moments précis où l'état dynamique de la molécule se modifie, puis reprend sa valeur changée de signe. On devrait aussi, à la rigueur, tenir compte de l'intervention de l'éther; mais on peut prouver qu'elle est négligeable.

» Quoi qu'il en soit, il n'y a rien à tirer de simple de ladite relation.

» III. En acceptant au besoin l'équation (1), il resterait encore à discuter la véritable signification de p dans la relation suivante, qui vient immé-

diatement après dans la théorie en discussion :

$$(3) \qquad p \times \theta = \Sigma \int f dt = \Sigma 2 \mathrm{MU};$$

où :

» θ représente un temps arbitraire ;

» p est la réaction *instantanée moyenne rapportée à l'unité de surface*, que la paroi exerce sur l'ensemble des molécules qui viennent la choquer, en se trouvant du reste comprises dans une couche excessivement mince et d'un volume égal à l'unité ;

» Le signe Σ concerne à la fois toutes lesdites molécules et le nombre de leurs chocs pendant le temps θ.

» La quantité p serait donc égale et contraire à l'action *instantanée* moyenne subie par la paroi, s'il était permis de considérer chaque molécule comme condensée en son centre de gravité. Cette action satisferait bien à la définition précise que Lamé exige de la *pression*, dans sa théorie de l'élasticité, *pour éviter les doutes et les difficultés que, sinon, cet élément important présente à l'esprit*. Mais ladite hypothèse de condensation n'est pas plus permise pour l'équation (3) qu'elle ne l'est pour l'équation (1), et cela pour des motifs analogues.

» Il nous reste à dire que, pour passer enfin de l'équation (3) à la loi de Mariotte, on s'était encore astreint à supposer, toujours en vertu de la loi des grands nombres, une valeur *commune* aux vitesses uniformes de translation de toutes les molécules de chaque groupe. Cette valeur, appelée *vitesse moyenne*, était d'ailleurs déterminée de façon à conserver constante la somme des forces vives afférentes à ces vitesses.

» Il y aurait eu aussi bien à dire sur cette supposition ; mais M. Briot a démontré qu'on pouvait s'en passer [1], en établissant du même coup que les masses des molécules pouvaient être inégales, comme cela est indispensable pour les mélanges gazeux.

» IV. Ainsi la théorie actuelle des gaz offre à son origine une hypothèse cinétique *secondaire* toute gratuite, et trois erreurs de principe. Il n'est donc pas étonnant que l'expérimentalisme finisse par lui faire défaut.

» C'est, du reste, une heureuse occurrence que cette double invalidation ; car, séduit par l'ingéniosité de la théorie en vue, on commençait à admettre comme classiques les données numériques qu'on en déduit à l'aide d'artifices multiples, et qui comprennent la vitesse moyenne de translation des molécules des gaz, l'étendue de leurs allées et venues, la grandeur de leur sphère

---

[1] *Théorie mécanique de la chaleur*, p. 169.

d'activité et de leur volume lui-même, leur nombre par litre de fluide (4 sextillions, à quelques sextillions près), etc.

» C'était trop beau; surtout quand, de proche en proche, on en était arrivé à apercevoir, par les yeux de l'imagination, les molécules isolées, qui, dans les expériences de M. Crookes sur l'état radiant de la matière, sont censées se mouvoir en ligne droite sur de longs parcours.

» V. En résumé, la théorie des gaz est à reprendre *ab ovo*, sur des bases plus rigoureuses, quitte à fournir des résultats moins brillants.

» Quant à l'hypothèse cinétique *générale*, elle sort indemne du débat précédent; et même les partisans convaincus de l'hypothèse cinétique *secondaire* pourront en défendre l'existence, en attribuant exclusivement aux erreurs de principe sus-spécifiées les défaillances de la théorie actuelle.

» Quoi qu'on en dise, l'état vibratoire des particules ultimes de la matière est aujourd'hui hors de conteste; car il repose expressément sur le *principe de l'équivalence mécanique de la chaleur*, qui est désormais une des vérités scientifiques les mieux établies.

» Nous avons soutenu cette thèse *in extenso* dans une Communication spéciale [1]. Aucune objection d'ordre scientifique n'y a été faite : il n'est donc pas utile d'y revenir pour le moment. »

CHIMIE. — *Oxychlorure de gallium cristallisé*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Dans les premiers mois de 1878, j'avais préparé un échantillon de chlorure de gallium hydraté, sous la forme gélatineuse, et je l'avais enfermé dans un tube scellé qui a figuré à l'Exposition universelle. Ce chlorure, après avoir conservé son aspect gélatineux pendant plusieurs années, fut trouvé l'été dernier (1881), lors de mon retour à Cognac, transformé en un amas de très petits cristaux baignés de liquide. Je viens d'examiner ce produit. A l'ouverture du tube, une légère pression s'est manifestée; le liquide qui recouvrait les cristaux était très acide. Vus au microscope, les cristaux présentent la forme d'octaèdres portant de petites facettes qui tronquent leurs sommets; ils n'agissent pas sur la lumière polarisée; ils sont peu ou point solubles dans l'eau, non plus que dans l'acide nitrique froid; mais ils se dissolvent, bien qu'assez lentement, dans l'acide chlorhydrique et immédiatement dans la potasse caustique.

» L'analyse a été faite ainsi. La matière, préalablement lavée, a été dis-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 130.

soute dans une lessive de potasse; on a sursaturé par l'acide azotique, puis dosé le chlore par le nitrate d'argent titré. Le chlorure d'argent ayant été séparé par filtration, on a évaporé en présence d'un excès d'acide chlorhydrique, sursaturé par l'ammoniaque, longuement fait bouillir, enfin reçu l'oxyde de gallium sur un filtre et calciné. On a ainsi obtenu :

	mgr
Poids des cristaux secs	97,5
Chlore trouvé	19,6
Ga^2O^3	57,1

ce qui correspond à $42^{mgr},5$ de gallium (1).

» Les cristaux sont donc composés d'oxyde et de chlorure de gallium.

	mgr
Ga	42,5
Cl	19,6
Oxygène nécessaire pour saturer le Ga	10,2
Perte	25,2
	97,5

» La perte est évidemment due à de l'eau d'hydratation qui a néanmoins été dosée directement en calcinant une autre portion de matière en présence d'oxyde de plomb. $141^{mgr},4$ de cristaux ont ainsi donné $36^{mgr},3$ d'eau : ce qui, rapporté à la prise de $97^{mgr},5$ sur laquelle le Ga et le Cl ont été déterminés, vaut $25^{mgr},0$.

» Cette analyse conduit à la formule brute $Ga^6O^6Cl^6 + 14Aq$, qu'on peut écrire : $(Ga^2Cl^6 + 12H^2O) + 2(Ga^2O^3 + H^2O)$.

» Les cristaux paraissent donc consister en une combinaison renfermant une molécule de chlorure à 12Aq, correspondant à celui d'aluminium, et deux molécules d'oxyde monohydraté correspondant à l'alumine monohydratée.

	Trouvé.	Différence.	Calculé pour $Ga^2Cl^6, 12Aq + 2(Ga^2O^3Aq)$.
	mgr	mgr	mgr
Ga	42,5	+0,8	41,7
Cl	19,6	−1,6	21,2
O	10,2	+0,7	9,5
Eau	25,0	+0,1	25,1
Perte	0,2		
	97,5		97,5

	Eau trouvée.
	mgr
Par différence	25,2
Directement	25,0

(1) Poids atomique du gallium : 69,9.

» Je me suis assuré que la solution chlorhydrique des cristaux fournit un brillant spectre du gallium. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un cas de préservation contre la maladie charbonneuse, observé chez l'homme.* Note de M. E. Cosson.

« En 1854, un fermier, habitant la commune de Fontenay-sur-Loing (Loiret), a été atteint d'une affection charbonneuse légère. Le 20 février dernier, il a de nouveau subi les atteintes de la même maladie infectieuse qui, cette fois, et dès le début, a déterminé des accidents généraux des plus graves et en apparence mortels. Pendant plus de vingt-quatre heures, le malade a été en proie à une fièvre ardente et plongé dans une somnolence et une insensibilité comateuses; mais ces accidents n'ont pas tardé à disparaître. Peu de jours après, lorsque j'ai examiné le malade, la fièvre avait disparu et il ne restait plus que les lésions locales, consistant en deux profondes ulcérations et un large décollement à la face dorsale de la main.

» La rapidité avec laquelle l'amélioration s'est produite me paraît démontrer que la première atteinte a agi comme une véritable vaccination, bien qu'elle remonte à une époque déjà éloignée. L'observation dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie est, chez l'homme, la confirmation des faits établis par les belles expériences de notre éminent confrère M. Pasteur, pour la préservation des animaux par l'inoculation du virus atténué. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Faits nouveaux établissant l'extrême fréquence de la transmission, par hérédité, d'états organiques morbides, produits accidentellement chez des ascendants.* Mémoire de M. Brown-Séquard. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« J'ai trouvé depuis longtemps des faits très nombreux établissant non seulement la possibilité, mais aussi la grande fréquence de la transmission par hérédité d'états organiques très variés, consistant en changements de forme, en altérations de nutrition ou en phénomènes morbides, produits chez des parents par des lésions purement accidentelles. J'ai maintenant, au Collège de France, plus de 150 animaux présentant des manifestations

de ce genre d'hérédité. Ces individus appartiennent tous à la même espèce, le Cobaye (*Cavia Cobaya*), espèce chez laquelle le système nerveux a des influences exceptionnellement puissantes sur la nutrition et les sécrétions. La transmission de quelques-uns de ces états organiques s'est continuée d'une génération à une autre jusqu'à la cinquième et même la sixième, de telle sorte que, pour l'un de ces états organiques, une exophtalmie, il semble qu'un type persistant et probablement permanent a été produit.

» Avant d'exposer les faits nouveaux dont j'ai surtout à m'occuper aujourd'hui, il importe que je signale les variétés principales d'hérédité d'effets de lésions accidentelles que j'ai déjà fait connaître. En voici la liste : 1° épilepsie chez des descendants de Cobayes, mâles ou femelles, chez lesquels j'ai produit cette affection par une section du nerf sciatique ou d'une partie de la moelle épinière; 2° un changement particulier de la forme de l'oreille ou une occlusion partielle des paupières chez des descendants d'individus ayant eu les mêmes effets après la section du nerf grand sympathique cervical; 3° de l'exophtalmie chez des descendants de Cobayes ayant eu cette protrusion de l'œil après une lésion du bulbe rachidien; 4° des ecchymoses, suivies de gangrène sèche avec d'autres altérations de nutrition de l'oreille, sur des descendants d'individus chez lesquels j'avais produit cette série d'effets par une lésion du corps restiforme; 5° absence de phalanges ou d'orteils entiers à l'une des pattes postérieures chez des descendants de Cobayes ayant perdu ces orteils accidentellement, à la suite de la section du nerf sciatique; 6° état morbide du nerf sciatique chez des descendants d'individus chez lesquels ce nerf avait été coupé, et apparition successive des phénomènes que j'ai décrits comme caractérisant les périodes de développement et de décroissement de l'épilepsie, et en particulier l'apparition de la puissance épileptogène dans une partie de la peau de la tête et du cou, et de la chute des poils dans cette zone au moment où cette affection va s'amender.

» Les faits nouveaux que j'ai à rapporter appartiennent à deux groupes d'altérations organiques. Le plus important des deux consiste essentiellement en altérations de nutrition du globe oculaire. J'ai maintenant plus de quarante Cobayes, chez lesquels l'un des yeux ou tous les deux sont plus ou moins lésés, et provenant de trois parents ayant eu un œil altéré à la suite d'une section transversale du corps restiforme. Je dois dire cependant que les altérations de l'œil chez les descendants ont été extrêmement variées, et qu'elles n'ont été que quelquefois exactement semblables à celles observées chez les parents. Chez ceux-ci l'œil eut d'abord une opacité non

inflammatoire de la cornée, et il s'est ensuite graduellement atrophié. Il n'en restait plus que quelques lambeaux de membrane lorsque l'animal est mort, dix-huit mois après la lésion du bulbe. Chez les autres parents il n'y a eu qu'une opacité partielle de la cornée avec altération de l'humeur aqueuse, qui est devenue trouble. Ces détails sont importants, car ils montrent clairement que les états morbides constatés chez ces trois parents ne sont pas ceux que l'on observe après la section du nerf trijumeau. De même chez les descendants, à part deux cas très remarquables d'ailleurs, je n'ai pas vu se montrer les altérations organiques caractérisant la fonte de l'œil, qui est la conséquence ordinaire de la section de ce nerf. Laissant de côté les descendants ayant eu de l'ophtalmie (conjonctivite ou kératite), affection qui ne pouvait pas être considérée comme héréditaire, j'ai constaté, chez ceux qui ont eu des troubles de nutrition à l'œil, les particularités suivantes : chez quelques-uns la partie d'abord altérée a été le cristallin, chez d'autres l'humeur vitrée ou l'humeur aqueuse, mais chez le plus grand nombre (les deux tiers à peu près), c'est la cornée qui a été atteinte au début, dans les cas, au moins, où l'état morbide de l'œil n'a commencé qu'après la naissance. Presque toujours c'est de l'opacité blanchâtre qui s'est montrée au début à la cornée et au cristallin. Dans les humeurs aqueuse ou vitrée, ce sont des flocons, blancs en général, mais quelquefois jaunes ou roses, qui se sont d'abord montrés. Dans un nombre assez grand de cas, un travail atrophique très singulier, non inflammatoire, a eu lieu, et l'œil s'est graduellement rapetissé et s'est enfin réduit, comme chez l'un des parents, en une très petite masse, composée surtout d'un reste de membrane. Avant l'atrophie de l'œil, la sensibilité persiste en général, mais très souvent à un degré moindre qu'à l'état normal.

» Est-il certain que ces altérations dépendent d'une influence morbide, transmise par hérédité à ces animaux? Il semble impossible de nier qu'il en soit ainsi, lorsqu'on connaît les faits suivants. 1° Je n'ai jamais trouvé certaines de ces altérations chez des milliers de Cobayes non soumis à l'influence héréditaire supposée; 2° je n'ai jamais vu non plus l'œil s'atrophier graduellement sans inflammation, comme il le fait dans les cas que j'ai décrits; 3° des altérations de l'œil se sont montrées chez presque tous les petits nés des trois Cobayes qui avaient eu l'œil altéré par suite d'une section du corps restiforme; 4° l'opacité de la cornée, la cataracte, le glaucome, trouvés chez les animaux nés de ces trois parents, sont des affections très rares chez des Cobayes non soumis à l'influence héréditaire supposée.

» D'autres faits nouveaux d'hérédité méritent aussi l'attention. J'ai

maintenant plus d'une vingtaine de Cobayes nés d'individus ayant eu de l'atrophie musculaire à la suite de la résection du nerf sciatique et chez lesquels il y a aussi à la cuisse et à la jambe une atrophie musculaire évidente.

» Mettant à part les manifestations épileptiformes, je puis dire que tous les états morbides héréditaires dont j'ai parlé peuvent se constater chez le descendant au moment même de sa naissance. Il en est deux cependant : — l'état de l'oreille soumis à la gangrène, après des ecchymoses, et les altérations de nutrition de l'œil, — qui, d'ordinaire, ne commencent qu'après la naissance. L'hérédité des états morbides dont j'ai parlé peut se montrer d'un seul côté, alors que chez le parent les deux côtés étaient atteints. L'inverse peut aussi exister. Il y a plus : si chez le parent et chez le descendant aussi l'état morbide n'existe que d'un côté, il arrive quelquefois que ce côté ne soit pas le même chez tous deux. L'hérédité de ces états morbides peut manquer dans une génération et apparaître à la suivante. La femelle est plus capable que le mâle de transmettre ces états morbides. Quant à la fréquence de ces transmissions, je puis dire que, chez plus des deux tiers des animaux nés de parents chez lesquels une lésion accidentelle a fait apparaître plusieurs de ces états morbides, ces altérations se sont montrées. La transmission par hérédité de plusieurs de ces états morbides peut se faire de génération en génération. J'ai constaté l'existence de certaines de ces altérations à la cinquième et même à la sixième génération. C'est aussi ce qui a été vu par mon élève, le Dr Dupuy, qui a répété mes expériences.

» *Conclusion.* — Il ressort des faits étudiés dans ce travail que, chez le Cobaye, il y a très souvent, chez des descendants, transmission par hérédité d'altérations de nutrition très variées, qui ont été produites chez les parents par des lésions purement accidentelles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes d'un point analytique* (x, y). Mémoire de M. APPELL, présenté par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet, Bouquet.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet l'étude des fonctions uniformes d'un point analytique (x, y), la variable

y étant liée à x par une équation algébrique

$$F(x, y) = 0, \tag{1}$$

représentant une courbe d'ordre m et de genre p. Je me suis proposé d'étendre à ces fonctions les théorèmes de MM. Weierstrass et Mittag-Leffler relatifs aux fonctions uniformes d'une variable x. Je distingue les points singuliers de ces fonctions en *pôles* et en *points singuliers essentiels*, et je ne m'occupe que des fonctions uniformes qui ont des points singuliers *isolés* et qui ne présentent pas de lignes de points singuliers.

» 1. *Fonctions ayant un nombre fini de points singuliers.* — Soit $f(x, y)$ une fonction uniforme du point analytique (x, y), ayant n points singuliers

$$(a_1, b_1), \quad (a_2, b_2), \quad \ldots, \quad (a_n, b_n),$$

que je suppose, pour plus de simplicité, distincts des points critiques de la fonction algébrique y de x. Désignons par $u^{(i)}(x, y) = \int_{(x_0, y_0)}^{(x, y)} \varphi_i(x, y)\,dx$ les p intégrales abéliennes normales de première espèce relatives à la courbe (1). Dans le voisinage du point singulier (a_k, b_k), la fonction $f(x, y)$ est développable en une double série de la forme

$$f(x, y) = \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} \frac{A_\nu^{(k)}}{(x - a_k)^\nu};$$

je démontre que ces coefficients $A_\nu^{(k)}$ $\begin{pmatrix} k = 1, 2, \ldots, n \\ \nu = 1, 2, \ldots, \infty \end{pmatrix}$ satisfont aux p relations

$$\sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=1}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)} \frac{\varphi_i^{(\nu-1)}(a_k, b_k)}{1.2\ldots(\nu-1)} = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, p), \tag{2}$$

$\varphi_i^{(\nu-1)}(x, y)$ désignant la dérivée d'ordre $(\nu - 1)$ de $\varphi_i(x, y)$ par rapport à x. La démonstration de ces relations repose sur ce fait que la somme des résidus de la fonction $f(x, y)\,\varphi_i(x, y)$ est égale à zéro.

» Je forme ensuite l'expression la plus générale d'une fonction uniforme $f(x, y)$ ayant un seul point singulier, à savoir le point singulier essentiel (a, b). Pour obtenir cette expression, désignons par $\Theta(u_i)$ la fonction $\Theta(u_1, u_2, \ldots, u_p)$ de p variables formée avec les périodes normales des intégrales $u^{(i)}(x, y)$, et considérons l'intégrale abélienne normale de troisième espèce qui a pour points singuliers logarithmiques les deux points

$(\xi, \eta), (\xi', \eta')$,

$$\Pi_{(\xi,\eta)}^{(\xi',\eta')} = \log \frac{\Theta[u^{(i)}(x,y) - u^{(i)}(\xi',\eta') + h_i]}{\Theta[u^{(i)}(x,y) - u^{(i)}(\xi,\eta) + h_i]} \frac{\Theta[-u^{(i)}(\xi,\eta) + h_i]}{\Theta[-u^{(i)}(\xi',\eta') + h_i]},$$

puis posons

$$Z(\xi, \eta) = \frac{d\Pi_{(\xi,\eta)}^{(\xi',\eta')}}{d\xi}.$$

Cette fonction $Z(\xi, \eta)$ est indépendante du point (ξ', η'); c'est une fonction de (x, y) partout finie, excepté au point (ξ, η) qui est un pôle du premier ordre de résidu égal à l'unité. Cette même fonction $Z(\xi, \eta)$ est une fonction rationnelle du paramètre (ξ, η), ayant pour pôles les points critiques et les points (x, y), (x_0, y_0), ces derniers avec des résidus -1 et $+1$. (*Voir*, à ce sujet, Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, par M. Emmanuel, le 5 juillet 1879; CLEBSCH et GORDAN, *Theorie der Abelschen Functionen*, p. 120 et suiv.)

» Cela posé, soit $f(x, y)$ une fonction uniforme du point analytique (x, y) ayant un seul point singulier, à savoir le point singulier essentiel (a, b), et soit, dans le voisinage de ce point,

$$f(x, y) = \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} \frac{A_\nu}{(x-a)^\nu};$$

on aura

$$f(x, y) = f(x_0, y_0) + \sum_{\nu=1}^{\nu=\infty} \frac{A_\nu}{1.2\ldots(\nu-1)} Z^{(\nu-1)}(a, b),$$

$Z^{(\nu-1)}(\xi, \eta)$ désignant la dérivée d'ordre $(\nu - 1)$ de $Z(\xi, \eta)$ par rapport au paramètre ξ. La démonstration de cette formule repose sur la considération de l'intégrale

$$\int f(\xi, \eta) Z(\xi, \eta) d\xi,$$

étendue à tous les circuits.

» On obtiendra, de la même façon, l'expression la plus générale d'une fonction uniforme $f(x, y)$ ayant n points singuliers donnés, par une formule analogue à celle qu'a établie M. Bourguet à l'égard des fonctions uniformes dans un plan.

» 2. *Fonctions ayant une infinité de points singuliers.* — J'indique, pour ces fonctions, la généralisation suivante du théorème de M. Mittag-Leffler.

» Soient (a_1, b_1), (a_2, b_2), ..., (a_ν, b_ν), ... des points analytiques tous différents, tels que

$$\lim(a_\nu, b_\nu) = (a, b) \quad (\nu = \infty);$$

soient, d'autre part,

$$f_1(x, y), \quad f_2(x, y), \quad \ldots, \quad f_\nu(x, y), \quad \ldots$$

des fonctions rationnelles de x et y ne devenant respectivement infinies qu'aux points (a_ν, b_ν) et (a, b); il existe une fonction uniforme $\Phi(x, y)$ du point analytique (x, y) n'ayant d'autre point singulier essentiel que le point (a, b), et admettant pour pôles les points (a_ν, b_ν), de telle façon que la différence $\Phi(x, y) - f_\nu(x, y)$ soit régulière au point (a_ν, b_ν).

» 3. Dans un prochain Mémoire j'indiquerai comment l'on peut déduire de ce théorème la décomposition en facteurs primaires d'une fonction uniforme du point (x, y) ayant un seul point singulier, et j'examinerai en détail le cas de $p = 1$. Dans ce cas, chacun des théorèmes que je viens d'indiquer conduit à un théorème correspondant sur les fonctions uniformes doublement périodiques à points singuliers essentiels, fonctions qui ont fait l'objet d'une Note de M. Picard (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 852). »

MÉTALLURGIE. — *La trempe par compression.* Mémoire de M. L. CLÉMANDOT.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Fremy, Edm. Becquerel, Tresca.)

« J'appelle *trempe par compression* un nouveau mode de traitement des métaux, particulièrement de l'acier, qui consiste à chauffer le métal à la température du rouge-cerise, à le comprimer fortement et à le maintenir sous pression jusqu'à complet refroidissement.

» Les trois phases de cette opération donnent des résultats tellement analogues à ceux que présente la trempe, que je crois pouvoir donner à cette méthode le nom de *trempe par compression*.

» 1° Le métal ainsi comprimé a acquis une dureté excessive, un resserrement moléculaire et une finesse de grain tels, que le polissage lui donne l'aspect du nickel poli.

» 2° L'acier comprimé, à l'égal de l'acier trempé, a pris la force coercitive qui lui donne la faculté d'acquérir le magnétisme. Cette propriété devra être étudiée au point de vue de sa durée; mais des pièces de téléphone Gower et Ader, comprimées et aimantées depuis plus de trois mois, ont conservé leur aimantation depuis cette époque d'une façon absolue.

» La compression, effectuée dans les conditions que je viens d'énumérer, est une opération qui n'a d'analogue que la trempe. Le martelage, comme l'écrouissage, modifie bien l'état moléculaire du métal, surtout lorsque ces opérations sont pratiquées sur le métal presque froid; mais

l'effet de pression par la presse hydraulique est bien plus considérable : il suffit pour cela d'examiner les échantillons obtenus.

» Je dois ajouter que je me suis très bien trouvé de l'emploi des accumulateurs de force, qui permettent d'exercer des pressions rapides, instantanées, et l'on peut supposer que, comme dans la trempe par immersion, le métal, saisi brusquement par une secousse qui en modifie les molécules, devient *amorphe*.

» Les phénomènes qui se produisent, soit sous l'action de la trempe ordinaire, soit sous celle de la trempe par compression, peuvent être diversement interprétés, mais on peut supposer que, dans l'un comme dans l'autre cas, il se produit un resserrement moléculaire, un *amorphisme* d'où résulte l'homogénéité due à l'absence de toute cristallisation.

» Les avantages de ma méthode sont faciles à saisir. La compression étant une opération qui pourra se mesurer, elle pourra être graduée, amenée, maintenue dans des limites prévues à l'avance; on dira *tremper à telle pression*, comme on dit *marcher sous telle pression de vapeur*.

» J'ai opéré sur divers aciers : au point de vue magnétique, les aciers d'Allevard sont toujours restés de beaucoup supérieurs aux autres. J'ai soumis à la pression des barres elliptiques; on peut, en les examinant, se rendre compte de ce fait, que la compression, qui n'a agi pour ainsi dire que sur une arête de l'ellipse, s'est transmise dans toute la masse, et le métal, dans toute son épaisseur, montre une cassure uniforme dans toutes ses parties.

» Tels sont les faits que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie; je crois qu'en les approfondissant on arrivera à des résultats intéressants. C'est un nouveau champ d'étude, ouvert aux investigations des métallurgistes et des électriciens. Comme la trempe par les bains, sa devancière, la trempe par compression donnera lieu à de nombreuses études; mais, prenant date, je me montrerais heureux et reconnaissant envers l'Académie, si elle voulait bien me faire l'honneur de me considérer comme l'auteur de la méthode nouvelle, qui pourra donner à la science et à l'industrie des résultats utiles. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du bitume de Judée, dans l'antiquité, comme préservateur de la vigne.* Lettre de M. Leclère à M. le Président.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je crois devoir communiquer à l'Académie, au sujet du *bitume* de Judée, de nouveaux renseignements à l'appui de ceux qu'elle a déjà

reçus, relativement à son emploi comme préservateur de la vigne. Ils sont donnés par un médecin et naturaliste arabe du xe siècle de notre ère. Le morceau que je reproduis ici a été inséré par Ibn el-Beithar dans son *Traité des simples,* dont j'ai fait la traduction et dont l'impression est assez avancée.

» Je me bornerai à faire remarquer que, d'après cet auteur, les habitants de la Palestine employaient le bitume tiré de la mer Morte pour en enduire la vigne, afin d'empêcher les vers d'atteindre les bourgeons et de les ravager, précaution qui la mettait à l'abri de ces vers.

» L'auteur est particulièrement connu sous le nom de *Témimi,* surnommé *el Mocadessi*, du nom arabe de Jérusalem, où il résidait. Grâce au voisinage de la mer Morte, il en fit une étude particulière.

» De ses Ouvrages, je citerai seulement le *Morehed,* guide ou indicateur, où il traite de l'histoire naturelle des médicaments et des aliments. De tous les produits de la science arabe, aucun peut-être n'est aussi riche en observations et aussi original (1).

« On donne particulièrement le nom de *bitume de Judée* à l'une des deux espèces de bitume retirées de la mer de Judée, qui est le *lac puant* (la mer Morte), situé dans la Palestine, non loin de Jérusalem. Il s'étend entre les deux *Ghour* (vallée du Jourdain), celui de Segor et celui de Jéricho. L'espèce dont nous parlons se retire de la terre qui avoisine ce lac. C'est la meilleure des deux espèces de bitume de Judée, et c'est celle que l'on fait entrer dans la composition de la grande thériaque dite *el-farouq* et qui en fait la base. Le bitume de Judée est aussi appelé dans les environs *homer*, pour cette raison que tous les habitants des cantons de la Syrie en enduisent leurs vignes. Voici l'explication de cette pratique. Ils prennent l'un des bitumes retirés de ce lac, ils le mélangent avec de l'huile d'olive, et quand ils taillent leurs vignes, c'est-à-dire qu'ils retranchent au voisinage des yeux qui commencent à paraître, ils prennent un peu de ce bitume dissous dans de l'huile, et à chaque bourgeon ils trempent un morceau de bois de la grosseur du doigt dans cette dissolution de bitume, et tracent à côté et en bas de chacun une ligne circulaire, tant sur le jet que sur le cep et la souche de la vigne, et cela, pour empêcher que les vers n'atteignent les bourgeons de la vigne et ne les rongent. Grâce à cette précaution, leurs vignes sont assurées contre les ravages des vers. S'ils négligent de le faire, les vers montent aux bourgeons de la vigne, en font leur pâture et détruisent à la fois les feuilles et les fruits. Il y a une espèce de bitume

---

(1) Le *Morehed* se trouve à la Bibliothèque nationale, n° 1088 de l'ancien fonds arabe, malheureusement incomplet, et c'est, je crois, le seul exemplaire existant en Europe. Il ne contient, en 126 feuilles, que les Chapitres cotés de 11 à 14. Le 11e traite des bitumes, des sucres, des mannes, etc.; le 12e, des argiles, des sels, etc.; le 13e, du mercure, des composés du cuivre et du plomb, etc.; le 14e, de l'antimoine, des pierres précieuses, du corail, etc.

M. de Sacy a connu l'article sur le bitume et l'a inséré dans sa traduction d'Abdeltatif.

tiré de terre, que l'on appelle en Syrie *abotanon*. Il existe aussi une autre espèce que le lac lui-même rejette pendant les jours d'hiver sur ses bords. Elle a meilleur aspect que l'abotanon, plus de brillant et d'éclat, et une odeur plus forte : en effet, le bitume rejeté par le lac a une odeur de naphte très prononcée. Ce bitume s'échappe du fond du lac, à travers les fissures des rochers qui en garnissent le fond, de la même manière que l'ambre sort de la mer. Ces masses s'agglomèrent, et quand, pendant l'hiver, le vent s'élève, que les vagues sont fortes, que la mer est grosse et son agitation excessive, le bitume, qui s'est solidifié et attaché aux rochers, est arraché et porté à la surface des eaux, sur lesquelles on aperçoit des matières huileuses et légères que le vent pousse sur les bords du lac. Il n'y a pas d'autre localité dans le monde qui produise le bitume des Juifs, excepté ce lac. Quant à l'espèce appelée *abotanon*, c'est-à-dire le véritable bitume de Judée, on le retire sur les rivages de la mer Morte, non loin de l'eau et à la distance d'une ou deux coudées de l'endroit où se brisent les vagues. On le trouve accumulé dans le sol sous forme de fragments mêlés à du sel, à des cailloux et à de la terre. On le retire en grandes quantités; on le purifie, au moyen du feu et de l'eau chaude, de ce qu'il contient de gravier et de terre, de la même manière que l'on purifie la cire et la poix. Une fois qu'il est purifié, on le retire, et il n'a plus alors qu'une couleur terne et obscure; il a perdu l'éclat du bitume que rejettent les vagues, et cette odeur de naphte que l'on rencontre dans l'autre. L'odeur de cette seconde espèce que l'on extrait de la terre, et que l'on appelle *abotanon*, approche de celle du *bitume de l'Irak*. Si l'on en casse un fragment, il n'a pas l'éclat de celui que les vagues rejettent. »

M. A. Thomas soumet au jugement de l'Académie une « Méthode théorique et pratique pour tracer rapidement, sans calcul et avec exactitude, tous les joints des claveaux et des assises formant claveaux, dans les voûtes surbaissées, elliptiques ou paraboliques ».

(Commissaires : MM. Phillips, de la Gournerie, Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel informe, avec un profond regret, l'Académie de la perte que l'industrie française vient d'éprouver en la personne de M. *Alphonse Poitevin*, ancien élève de l'École Centrale, décédé le 5 mars à Conflans.

L'Académie a pris un intérêt trop puissant aux découvertes de Niepce et de Daguerre pour que ses sympathies ne se soient pas étendues sur l'ingénieur éminent dont les travaux ont donné à la Photographie sa dernière sanction, en la mettant au service du graveur en taille-douce et du typographe, et en assignant à ses épreuves une durée illimitée. Les trois noms de Niepce, de Daguerre et de Poitevin sont inséparables.

M. L. **Gruner** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Bussy*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. C. **Davaine** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *A.-F. Marion*, intitulée « Application du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées (cinquième et sixième année). Rapport sur les travaux des années 1880 et 1881, et sur les résultats obtenus en grande culture ». Ce Rapport est adressé à l'Académie par M. Paulin Talabot, Directeur général honoraire de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

M. le **Ministre de l'Agriculture** adresse à M. le Secrétaire perpétuel la Lettre suivante :

« M. Balbiani, professeur au Collège de France et membre de la Commission supérieure du Phylloxera ([1]), a appelé mon attention sur l'opportunité qu'il y aurait à entreprendre des expériences méthodiques, non seulement dans le laboratoire, mais encore dans la grande culture, en vue de la destruction de l'œuf d'hiver, qui a une si grande importance dans l'évolution du parasite.

» Suivant l'avis de la section permanente de la Commission supérieure du Phylloxera, j'ai l'honneur, Monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous transmettre ci-joint la lettre de M. Balbiani, en vous demandant de vou-

---

([1]) La Commission supérieure du Phylloxera, dans sa séance du 13 janvier de cette année, avait émis le vœu suivant :

« Considérant l'importance du rôle que joue l'œuf d'hiver dans l'évolution du Phylloxera, puisqu'il entretient sans cesse la vitalité des colonies souterraines, et que tout foyer phylloxérique a pour origine un œuf d'hiver; que, dès lors, sa destruction est d'un intérêt pratique évident, émet le vœu que des expériences méthodiques soient instituées, non seulement dans le laboratoire, mais en grande culture, pour déterminer quels sont les moyens à employer pour arriver à la destruction certaine de l'œuf d'hiver. »

loir bien communiquer à l'Académie des Sciences cet intéressant document. »

« Paris, 23 février 1882.

» Monsieur le Ministre,

» La Commission supérieure du Phylloxera ayant émis, sur ma proposition, le vœu que des expériences méthodiques soient entreprises dans le but de trouver des procédés efficaces pour la destruction de l'œuf d'hiver, qui joue un rôle si important dans l'évolution du parasite, vous m'avez fait l'honneur de me demander de formuler le programme des expériences qui me sembleraient devoir être instituées pour obtenir ce résultat.

» Je vous remercie, Monsieur le Ministre, d'avoir bien voulu prendre en considération les idées que j'ai soumises à la Commission supérieure du Phylloxera et de l'occasion que vous m'offrez de leur faire subir l'épreuve de la pratique. Avant de vous faire connaître comment j'entendrais que ces expériences fussent conduites, permettez-moi de rappeler brièvement les faits qui m'ont amené à signaler, à l'attention de la Commission supérieure, l'utilité des opérations dirigées contre l'œuf d'hiver.

» Malgré l'extrême fécondité dont le Phylloxera fait preuve, au grand détriment de nos vignes, sa puissance de multiplication n'est cependant pas illimitée. Des faits déduits de l'observation de ses pontes aux diverses époques de l'année et de l'étude de ses organes reproducteurs ont permis d'établir que sa fécondité diminue avec le nombre des générations qui se succèdent dans le sol, et finirait même par être suivie d'une stérilité complète si elle n'était périodiquement ramenée à sa puissance première. Ce rôle est dévolu à l'œuf d'hiver, ou plutôt à l'individu éclos de cet œuf au printemps. Le fait qui accuse le plus positivement cet affaiblissement graduel de la fécondité du Phylloxera est la réduction de plus en plus marquée de l'appareil reproducteur, chez les générations qui se succèdent par voie de parthénogénèse ou de reproduction sans le concours du mâle, à mesure qu'elles s'éloignent davantage de leur auteur commun, le Phylloxera issu de l'œuf d'hiver. Tandis que, chez celui-ci, le nombre des gaines de l'ovaire s'élève à 20 ou 24, il descend rapidement, au bout d'un certain nombre de générations, à 10 ou 12, et même 6 ou 7, quelquefois à 2 ou 3 seulement chez les générations de l'automne.

» Cette diminution survient plus rapidement encore chez les Phylloxeras qui se transforment dans l'arrière-saison en sujets ailés; chez ceux-ci, on ne trouve jamais plus de 2 à 4 gaines ovigères produisant un nombre égal d'œufs, qui constituent toute la progéniture de l'ailé.

» Enfin, chez la femelle de la génération sexuée issue de l'ailé, l'ovaire est réduit à une gaine unique par l'avortement de toutes les autres, et cette unique gaine ne produit qu'un seul œuf incapable de se développer par lui-même, comme cela a lieu pour les œufs des générations antérieures. La stérilité est donc devenue ici absolue et aurait pour conséquence nécessaire l'extinction de l'espèce, si, par l'influence de l'accouplement, cet œuf n'acquérait subitement une vitalité qui replace les choses dans leur état primitif, en ramenant la fécondité dans cet élément épuisé.

» J'ai cru pouvoir déduire de ces faits une conclusion pratique importante, que je ne présentais toutefois que comme une simple hypothèse parce qu'elle ne s'appuyait que sur des données théoriques et non sur des faits expérimentaux. Cette conclusion était que, si l'on parvenait à supprimer chaque année tous les œufs d'hiver, qui viennent périodiquement ranimer la vitalité des colonies souterraines, celles-ci, privées de l'élément régénérateur et abandonnées à leurs propres forces, finiraient probablement par s'éteindre d'elles-mêmes au bout d'un temps plus ou moins long.

» On a objecté à cette manière de voir que tous les Phylloxeras d'une même colonie radicicole ne se transforment pas en ailés, que cette transformation ne porte que sur un nombre très limité d'individus, tandis que la majeure partie demeurent dans le sol et continuent à s'y multiplier indéfiniment par parthénogénèse. Mais cette objection n'est elle-même qu'une hypothèse, qui ne se fonde sur aucune expérience précise, tandis que l'opinion contraire des reproductions parthénogénésiques limitées peut invoquer en sa faveur non seulement les faits que j'ai rapportés dans mes divers Mémoires sur le Phylloxera (¹), mais encore des analogies nombreuses parmi les insectes, notamment les pucerons, proches parents du Phylloxera de la vigne. Si j'avais à faire ici l'histoire physiologique du Phylloxera, il me serait facile de montrer que la production des petits individus rabougris des deux sexes, privés de rostre et d'intestin, n'est elle-même qu'une manifestation de cette dégénération progressive de l'espèce, que je signalais tout à l'heure, puisque le rôle primitivement dévolu à un individu unique ne peut plus être rempli que par le concours de deux êtres, isolément stériles, et féconds seulement par leur union.

» Une question importante, qui se rattache à la précédente, est celle de savoir pendant combien de temps l'insecte souterrain peut suffire à sa propre multiplication, sans avoir besoin d'un nouvel accouplement. Avec son ovaire réduit à 2 ou 3 tubes seulement, comme on l'observe fréquem-

(¹) Mémoires sur le Phylloxera présentés à l'Académie en 1876.

ment en automne, cet insecte peut jouir encore d'une grande fécondité, en raison de la rapidité avec laquelle de nouveaux germes se forment dans l'intérieur de ces tubes. On peut supposer encore que, au retour des chaleurs et sous l'influence d'un régime plus substantiel, des gaines ovariques nouvelles se forment à côté des anciennes; mais cette opinion me paraît peu en harmonie avec mes observations personnelles et avec ce fait bien connu, sur lequel M. Maxime Cornu a depuis longtemps appelé l'attention, que les transformations des aptères en ailés, à gaines ovariques peu nombreuses, sont fréquentes surtout sur les renflements des radicelles, c'est-à-dire sur les parties les plus nutritives du système radiculaire de la plante. Il y a des présomptions pour fixer à quatre ou cinq ans environ la durée des colonies souterraines, privées du concours que leur apporte la génération sexuée [1]. Mais dans une question de cette importance, qui peut avoir la portée la plus considérable pour l'avenir de notre viticulture, de simples probabilités ne suffisent pas: c'est une certitude absolue qu'il faut acquérir à cet égard, et elle ne peut être obtenue qu'à l'aide d'expériences spéciales, dont j'ai réclamé depuis longtemps la réalisation de la part des observateurs en mesure d'étudier sur place les mœurs du Phylloxera. C'est à la solution de cette question que devront s'attacher, d'une manière toute particulière, les personnes qui se proposent de compléter nos connaissances relatives au cycle biologique du parasite.

» Mais l'œuf d'hiver n'a pas seulement pour mission d'entretenir à l'état vivace les anciens foyers radicicoles, il est aussi l'élément qui renferme, en germe, la future colonie par l'action de laquelle l'insecte porte sans cesse ses ravages sur de nouveaux terrains. De cet autre rôle de l'œuf d'hiver, découle une nouvelle indication de la nécessité de sa destruction. Cette indication ne repose plus, comme la précédente, sur une hypothèse probable, mais non encore vérifiée; elle s'impose comme une des données les plus positives que la pratique puisse tirer des études théoriques sur le parasite. C'est ce qu'avait reconnu, du reste, depuis longtemps, la Commission académique du Phylloxera, lorsque, parmi les mesures recommandées par elle pour mettre obstacle aux progrès du fléau, elle conseillait aussi l'emploi des moyens propres à anéantir les œufs d'hiver [2].

» En résumé, la question de la destruction de l'œuf d'hiver se présente

---

(1) M. Marès, *Sur la disparition spontanée du Phylloxera* (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 564; 1877).

(2) *Avis sur les mesures à prendre pour s'opposer à l'extension des ravages du Phylloxera*; M. Bouley, rapporteur; 1877.

sous deux aspects différents, ainsi que je l'indiquais déjà en 1876 : 1° comme traitement curatif, en amenant par voie indirecte la disparition des colonies établies sur les racines; 2° comme moyen préventif, en conjurant le danger de l'invasion des vignobles indemnes par les œufs d'hiver déposés sur les ceps.

» C'est à ce double point de vue, Monsieur le Ministre, que devront par conséquent être instituées les expériences que votre administration se propose de faire exécuter. Il suffirait, pour cela, de choisir des vignobles dont les uns présenteraient des Phylloxeras aux racines, et dont les autres seraient indemnes, mais exposés à l'invasion; de détruire tous les ans les œufs d'hiver que pourraient recéler les ceps, et d'examiner, à la suite de chaque traitement, sur les premiers, l'état des colonies radicicoles, sur les seconds si l'immunité s'est maintenue d'année en année. Dans tous les cas, l'examen devra porter sur un assez grand nombre de plants pour légitimer une conclusion relativement au vignoble tout entier.

» Il est impossible d'indiquer ici toutes les précautions qui devront être prises, pour que les résultats qui se dégageront de ces essais aient toute la netteté désirable. Elles se suggéreront d'elles-mêmes, à l'esprit des personnes chargées de ces opérations. C'est ainsi, par exemple, que les champs d'expérience ne devront pas être placés dans le voisinage immédiat de vignobles infestés, qui les exposeraient à une contamination directe par les racines; que les champs phylloxérés devront être plantés en vignes américaines, qui présentent plus de résistance à l'action du parasite, etc.

» Comme préliminaires à ces opérations de grande culture, il faudra instituer des expériences de laboratoire, en vue de trouver les procédés culturaux ou chimiques propres à tuer les œufs d'hiver sans nuire à la vigne. Déjà divers moyens ont été proposés dans ce but, tels que l'ébouillantage ou le flambage superficiel des ceps, la décortication, le badigeonnage avec une substance insecticide, etc. Entre les mains de M. Sabaté, propriétaire au château de Cardasac, près Libourne, la décortication superficielle des ceps, avec les gants de fer de son invention, paraît déjà avoir donné de bons résultats. Mais l'opinion publique n'est pas suffisamment éclairée sur la valeur relative de ces différents procédés pour ne pas hésiter encore dans leur emploi. Aussi serait-ce un véritable service à rendre aux viticulteurs, que de leur apprendre le degré de confiance qu'il faut accorder à chacun d'eux. Sur la manière d'instituer ces expériences en petit, et le mode d'action de quelques-uns des agents que l'on pourrait employer pour détruire l'œuf d'hiver, tels que l'eau chaude et divers insecticides, on trouverait quelques

indications dans les Mémoires que j'ai présentés, sur cette question, à l'Académie des Sciences, en 1876 (¹). Bien que les conditions d'application des insecticides à la partie aérienne des souches ne soient pas les mêmes que pour les racines, on pourrait consulter aussi les essais effectués, sous les auspices de M. Dumas, à la station viticole de Cognac, par MM. Max. Cornu et Mouillefert, qui ont expérimenté l'action d'une foule de substances sur le Phylloxera (²).

» Les recherches à faire dans le laboratoire exigent, outre une installation spéciale, l'habitude de l'expérimentation physiologique et des manipulations chimiques, ainsi que des connaissances en entomologie générale et en micrographie; elles ne pourraient, par conséquent, être entreprises que par des savants de profession, pour inspirer toute confiance dans leurs résultats. Malheureusement, l'installation et l'exécution de ces expériences demanderont un temps assez long; les résultats n'en pourraient être assez prompts pour que l'on pût en faire, dès la campagne actuelle, des applications en grande culture. Mais on pourrait, dès à présent, commencer sur un certain nombre de vignobles l'essai de quelques moyens de traitement, tels que le décorticage et l'ébouillantage. Il faudrait y procéder sans retard, en raison de la prochaine montée de la sève, qui pourrait rendre ces opérations, le décorticage surtout, dangereuses pour la vigne. Un autre motif pour se hâter est le court délai qui nous sépare de l'époque de l'éclosion de l'œuf d'hiver, qui a lieu vers le milieu d'avril.

» Parmi les viticulteurs, en petit nombre, qui ont expérimenté les méthodes de traitement dirigées contre l'œuf d'hiver, je citerai M. Prosper de Lafitte, président du Comité central d'études et de vigilance contre le Phylloxera de Lot-et-Garonne, et M. Sabaté, propriétaire dans la Gironde, qui s'empresseraient, je n'en doute pas, de mettre au service de l'administration l'expérience qu'ils ont acquise dans l'emploi de la méthode mise en usage par chacun d'eux. »

M. Émile Blanchard, à propos de la précédente Communication, constate l'accord qui existe entre les naturalistes au sujet de l'utilité de pour-

---

(¹) *Recherches sur la vitalité des œufs du Phylloxera* (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 954, 1020 et 1060; 1876).

(²) *Expériences faites à la station viticole de Cognac dans le but de trouver un procédé efficace pour combattre le Phylloxera* (*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences*, t. XXV, n° 3; 1876).

suivre la destruction de l'*œuf* d'hiver du Phylloxera; il rappelle que, dès l'année 1876, il a exposé devant l'Académie les résultats qu'on devait attendre de cette destruction, en même temps qu'il sollicitait l'entreprise d'expériences (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 843).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.* Extrait d'une Lettre de M. **Mittag-Leffler** à M. Hermite.

« Dans ma dernière Lettre, j'ai obtenu la formule finale

$$F(x) = G(x) + \sum_{\nu=1}^{n} F_\nu(x) + \frac{1}{2\pi i}\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m dz.$$

» Le contour S, qui est simplement connexe, embrasse les points $z = 0$ et $z = x$, ainsi que les seuls points singuliers $z = a_1, a_2, \ldots, a_n$. Vous aurez de même, si $z = 0$ n'est pas un point singulier,

$$G(x) = F(0) + F'(0)\frac{x}{\Gamma(1)} + F''(0)\frac{x^2}{\Gamma(2)} + \cdots + F^{(m-1)}(0)\frac{x^{m-1}}{\Gamma(m-1)},$$

et si $z = a_\nu$ est un tel point,

$$G(x) = c_0^{(\nu')} + c_1^{(\nu')}x + \ldots + c_{m-1}^{(\nu')}x^{m-1}.$$

Vous aurez aussi

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) - \sum_{\mu=0}^{m-1} A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu.$$

» J'avais fait la supposition que x n'est point zéro et n'a pas non plus une des valeurs $a_1, a_2, \ldots, a_n$. On voit immédiatement que ma formule subsiste pour $x = 0$, et on voit de même qu'elle a lieu aussi pour $x = a_\nu$ quand a_ν est un des points $a_1, a_2, \ldots, a_n$, savoir :

$$\frac{1}{2\pi i}\int^{(x=a_\nu)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz = c_0^{(\nu)} + \sum_{\mu=0}^{m-1} A_\mu^{(\nu)}.$$

» Si vous supposez que les points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont tous des pôles, la formule que j'ai obtenue devient la même que celle que je vous ai communiquée dans ma Lettre du 29 juin 1879, publiée dans le *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*. Cette formule était une extension de la

formule d'interpolation que vous avez donnée dans le *Journal de Borchardt*, t. 84, p. 70.

» La nouvelle formule que j'ai déduite maintenant peut être encore généralisée de la manière suivante. Je ne sais pas si ce n'est peut-être cette généralisation que M. Schering a annoncée pour la seconde Partie de son Mémoire, *Das Auschliessen einer Function an algebraische Functionen in unendlich vielen Stellen*. Étudiez, au lieu de l'intégrale

$$\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^{m} \cdot dz = \int^{S} F(z)\left\{\frac{1}{z-x} - \frac{1}{z}\left[1 + \frac{x}{z} + \left(\frac{x}{z}\right)^{2} + \cdots + \left(\frac{x}{z}\right)^{m-1}\right]\right\} dz,$$

la nouvelle intégrale

$$\int^{S} F(z)\left\{\frac{1}{z-x} - \frac{1}{z}\left[B_0 + B_1\left(\frac{x}{z}\right) + B_2\left(\frac{x}{z}\right)^{2} + \cdots + B_{m-1}\left(\frac{x}{z}\right)^{m-1}\right]\right\} dz,$$

où $B_0, B_1, B_2, \ldots, B_{m-1}$ sont des quantités arbitraires indépendantes de z et de x, et vous obtenez, par les mêmes considérations qu'auparavant,

$$F(x) = \overline{G}(x) + \sum_{\nu=0}^{n} \overline{F}_{\nu}(x)$$
$$+ \frac{1}{2\pi i}\int F(z)\left\{\frac{1}{z-x} - \frac{1}{z}\left[B_0 + B_1\frac{x}{z} + \cdots + B_{m-1}\left(\frac{x}{z}\right)^{m-1}\right]\right\} dz.$$

» Vous aurez ici, si $z = 0$ n'est pas un point singulier,

$$\overline{G}(x) = B_0 F(0) + B_1 F'(0)\frac{x}{\Gamma(1)} + B_2 F''(0)\frac{x^2}{\Gamma(2)} + \cdots + B_{m-1} F^{(m-1)}(0)\frac{x^{m-1}}{\Gamma(m-1)},$$

et, si $z = a_\nu$ est un tel point,

$$\overline{G}(x) = B_0 c_0^{(\nu)} + B_1 c_1^{(\nu)}.x + B_2 c_2^{(\nu)}.x^2 + \ldots + B_{m-1} c_{m-1}^{(\nu)}.x^{m-1};$$

et vous aurez de même

$$\overline{F}_{\nu}(x) = G_{\nu}\left(\frac{1}{x-a_{\nu}}\right) - \sum_{\mu=0}^{m-1} B_{\mu} A_{\mu}^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_{\nu}}\right)^{\mu}.$$

» Supposez maintenant que les dimensions de la ligne S croissent d'une telle manière que chaque ligne suivante embrasse chaque ligne précédente, et qu'il corresponde à chacun des points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ une ligne S qui embrasse ce point. S'il arrive alors qu'il y ait pour chaque valeur déterminée positive δ une ligne S telle que pour celle-là et toutes les suivantes

$$\text{mod.}\left(\frac{1}{2\pi i}\int^{S} F(z)\left\{\frac{1}{z-x} - \frac{1}{z}\left[B_0 + B_1\frac{x}{z} + \cdots + B_{m-1}\left(\frac{x}{z}\right)^{m-1}\right]dz\right\}\right) < \delta,$$

toutes les fois que x appartient au voisinage d'un point fini a, on obtient

$$F(x) = \overline{G}(x) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \overline{F}_\nu(x).$$

» Si l'on a $B_0 = B_1 = B_2 = \ldots = B_{m-1} = 1$, cette formule devient

$$F(x) = G(x) + \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x).$$

» La série $\sum_{\nu=1}^{\infty} \overline{F}_\nu(x)$ est uniformément convergente dans le voisinage de chaque point qui n'appartient pas aux points $a_1, a_2, \ldots$, et la série

$$\sum_{\nu=1}^{\infty (\nu')} F_\nu(x) = \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x) - F_{\nu'}(x),$$

où $a_{\nu'}$ est un de ces points, est uniformément convergente dans le voisinage du point $n_{\nu'}$.

» Dans une prochaine Lettre, j'appliquerai cette formule à quelques exemples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes présentant des lacunes.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Hermite.

« Soit

(1) $$a_0, a_1, a_2, \ldots, a_\nu, \ldots$$

une suite indéfinie de quantités imaginaires que, pour le moment, je n'assujettis à aucune condition; je désignerai par les mêmes lettres les points du plan dont ces quantités sont les affixes. Soit de plus

(2) $$c_0, c_1, \ldots, c_\nu, \ldots$$

une autre série à termes quelconques, mais dont aucun n'est nul, telle que la somme $\sum_{\nu=0}^{\infty} \operatorname{mod} c_\nu$ ait une valeur finie.

» Soit A une région du plan à contour simple ne contenant à son intérieur aucun point de la série (1). La série

$$F(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{c_\nu}{1 - \dfrac{x}{a_\nu}}$$

est convergente pour toute valeur de x qui figure un point compris à l'intérieur de A. Soient, en effet, x_0 un point de cette région, et k le plus petit des modules des quantités $1 - \frac{x_0}{a_0}$, $1 - \frac{x_1}{a_1}, \ldots$; on aura

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} \operatorname{mod} \frac{c_\nu}{1 - \frac{x}{a_\nu}} \leq \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{1}{k} \operatorname{mod} c_\nu;$$

la première somme aura donc une valeur finie. Il résulte aussi de là que, dans le voisinage du point x_0, la fonction $F(x)$ pourra être développée en une série convergente ordonnée suivant les puissances croissantes de $x - x_0$, $P(x - x_0)$: c'est donc une fonction uniforme et monogène dans l'aire A. Le théorème fondamental que je veux démontrer est le suivant :

» *Soient x_0 un point de l'aire A, et R le rayon du plus grand cercle qui, ayant pour centre le point x_0, ne contient à son intérieur aucun point de la série* (1); *si ce cercle contient sur son contour un seul point appartenant à la série* (1), *il est précisément le cercle de convergence de la série* $P(x - x_0)$.

» Pour simplifier les notations, je supposerai $x_0 = 0$; il existe un cercle de rayon R ayant pour centre l'origine, ne renfermant à son intérieur aucun point de la série (1) et sur le contour duquel se trouve un seul point a_p de cette série. Je supposerai que l'on a toujours $a_\nu \neq a_p$, si $\nu \neq p$, de sorte que l'on aura

$$\operatorname{mod} a_p = R, \quad \operatorname{mod} a_\nu > R, \quad \text{si} \quad \nu \neq p.$$

» Puisque la somme $\sum_{\nu=0}^{\infty} \operatorname{mod} c_\nu$ a une valeur finie, on pourra trouver un nombre n supérieur à p, tel que $\sum_{\nu=n}^{\infty} \operatorname{mod} c_\nu < \varepsilon \operatorname{mod} c_p$, ε étant un nombre positif, moindre que l'unité. Nous pouvons écrire

$$F(x) = \Phi(x) + \Pi(x),$$

en posant

$$\Phi(x) = \sum_{\nu=0}^{p-1} \frac{c_\nu}{1 - \frac{x}{a_\nu}} + \sum_{\nu=p+1}^{n-1} \frac{c_\nu}{1 - \frac{x}{a_\nu}},$$

$$\Pi(x) = \frac{c_p}{1 - \frac{x}{a_p}} + \sum_{\nu=n}^{\infty} \frac{c_\nu}{1 - \frac{x}{a_\nu}}.$$

» En considérant d'abord $\Phi(x)$, on voit que chaque terme peut se développer en une série $P(x)$ convergente dans un cercle de rayon supérieur à R; comme il y a un nombre limité de pareilles séries, leur somme donnera pareillement une série $P_1(x)$ convergente dans un cercle de rayon R', supérieur à R; R' désigne le plus petit des modules des quantités $a_0, a_1, \ldots, a_{p-1}, a_{p+1}, \ldots, a_{n-1}$.

» Développons de même $\Pi(x)$ en série; le terme général de cette série $P(x)$ sera

$$x^m\left[\frac{c_p}{a^p}+\sum_{=n}^{\infty}\frac{c_\nu}{a_\nu^m}\right]=\frac{x^m}{a_p}\left[c_p+\sum_{\nu=n}^{\infty}c_\nu\left(\frac{a_p}{a_\nu}\right)^m\right].$$

» On a évidemment

$$\operatorname{mod}\sum_{\nu=n}^{\infty}c_\nu\left(\frac{a_p}{a_\nu}\right)^n\leq\sum_{\nu=n}^{\infty}\operatorname{mod}c_\nu\times\operatorname{mod}\frac{a_p}{a_\nu}\leq\sum_{\nu=n}^{\infty}\operatorname{mod}c_\nu.$$

Cette dernière somme étant inférieure à $\operatorname{mod} c_\mu\varepsilon$, il en résulte que le module du coefficient de $\left(\frac{x}{a_p}\right)^m$ restera compris entre deux nombres fixes $\operatorname{mod} c_\mu(1+\varepsilon)$ et $\operatorname{mod} c_\mu(1-\varepsilon)$. Pour que la série $P_2(x)$ soit convergente, il faut donc et il suffit que le module de $\frac{x}{a_p}$ soit inférieur à l'unité. Le cercle de rayon R est donc bien le cercle de convergence de la série $P_2(x)$ et, par suite, de la série $P(x)=P_1(x)+P_2(x)$.

» Il est aisé de voir comment on doit modifier la démonstration, lorsqu'il y a, dans la série (1), plusieurs quantités égales à a_p, ou lorsque le point x_0 ne coïncide pas avec le point $x=0$; dans ce dernier cas, on n'a qu'à poser $x=x_0+x'$ pour retomber dans le cas précédent.

» Considérons maintenant une aire T ne renfermant aucun point de la série (1), limitée par une ou plusieurs courbes, ayant une tangente en chacun de leurs points, et telles que, sur un arc fini de l'une d'elles, il y ait toujours une infinité de points de la série (1). La série $F(x)$ définit une fonction uniforme à l'intérieur de l'aire T; de plus, si x_0 est un point de cette aire, et $P(x-x_0)$ la série correspondante par laquelle on peut exprimer $F(x)$ dans le voisinage du point x_0, le cercle de convergence de cette série est le plus grand cercle C qui, ayant pour centre le point x_0, ne renferme à son intérieur aucune partie du contour de T. Car si cette série était convergente dans un cercle C' plus grand que C, on pourrait trouver dans C' un point x_1 pour lequel le théorème précédent serait en défaut. Il

est donc impossible de continuer la fonction $F(x)$ en dehors de l'aire T.

» Il serait facile de multiplier les exemples de pareilles fonctions. Je me contenterai de faire remarquer que les considérations précédentes s'appliquent à des quantités $a_{\lambda\mu,\ldots,\rho}$, formant une série à un nombre quelconque de dimensions, pourvu que l'on prenne en même temps une série $C_{\lambda\mu,\ldots,\rho}$, à un même nombre de dimensions et absolument convergente. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la compressibilité des gaz.* Note de M. É. SARRAU, présentée par M. A. Cornu.

« 1. J'ai fait connaître, dans une précédente Communication (¹), une méthode pour déduire des expériences de M. Amagat les coefficients de la formule proposée par M. Clausius pour représenter l'équation caractéristique des gaz; voici les résultats obtenus, pour quelques gaz, en suivant cette méthode.

» 2. *Acide carbonique.* — En se servant des chiffres trouvés par expérience, aux températures de 50° et 100° (²), on obtient les valeurs ci-après des constantes, les unités étant celles de M. Amagat :

$$\log R = 0,98047, \quad \log K = 7,27300, \quad \alpha = 2,97, \quad \beta = 3,26.$$

» Le Tableau suivant résume quelques pressions calculées avec ces coefficients, à diverses températures et pour diverses valeurs mesurées du volume, ainsi que les pressions mesurées correspondantes.

Température : 35°,1.				Température : 70°.				Température : 100°.			
	Pressions				Pressions				Pressions		
Volume.	mesur.	calculée.	Différ.	Volume.	mesur.	calculée.	Différ.	Volume.	mesur.	calculée.	Différ.
	atm	atm	atm		atm	atm	atm		atm	atm	atm
78,66.	30	29,8	+0,2	67,50.	40	39,9	+0,1	77,62.	40	40,1	−0,1
34,50.	50	50,7	−0,7	24,69.	80	81,0	−1,0	32,94.	80	79,6	+0,4
10,36.	70	69,0	+1,0	12,58.	120	123,3	−3,3	18,83.	120	121,7	−1,7
9,37.	80	78,7	+1,3	10,00.	160	155,6	+4,4	11,94.	180	180,0	»

» En adoptant pour unité de pression la pression atmosphérique, et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à 0°, les quatre constantes de la formule de M. Clausius sont, pour l'acide

(¹) *Comptes rendus*, séance du 6 mars 1882, p. 639.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXII, p. 369.

carbonique,

$$R = 0,003663, \quad K = 2,0920, \quad \alpha = 0,000866, \quad \beta = 0,000949.$$

» Ces valeurs diffèrent à peine de celles que M. Clausius a déduites, pour le même gaz, des expériences de M. Andrews : on en conclut, pour les éléments du point critique,

$$v_c = 0,004496, \quad t_c = +32^\circ,0, \quad p_c = 77^{atm},0.$$

» Dans le Mémoire de M. Andrews, la température du point critique est fixée à 30°,92 ([1]); la pression n'est pas spécifiée, mais il résulte du tracé graphique des lignes isothermiques et des observations de l'auteur que cette pression est comprise entre 75^{atm} et 77^{atm} ([2]).

» Il importe de remarquer que la formule cesse de représenter l'expérience quand le volume du gaz est moindre que les valeurs comprises dans le tableau de vérification; je me propose de faire de ce point l'objet d'un examen spécial.

» 3. *Azote.* — En se servant des chiffres trouvés par expérience, aux températures de 17°,7 et 101°,1, on obtient les valeurs ci-après des constantes :

$$\log R = 0,96815, \quad \log K = 6,57756, \quad \alpha = 4,54, \quad \beta = 0,88.$$

» Voici quelques vérifications des pressions calculées avec ces coefficients :

Température : 17°,7.				Température : 50°.4.				Température : 100°,1.			
	Pressions				Pressions				Pressions		
Volume.	mesur.	calculée.	Différ.	Volume.	mesur.	calculée.	Différ.	Volume.	mesur.	calculée.	Différ.
	atm	atm	atm		atm	atm	atm		atm	atm	atm
68,50.	40	39,6	+0,4	77,12.	40	39,5	+0,5	89,50.	40	39,6	+0,4
34,50.	80	79,8	+0,2	39,06.	80	79,7	+0,3	45,62.	80	79,7	+0,3
23,62.	120	119,9	+0,1	26,83.	120	119,6	+0,4	31,29.	120	119,8	+0,2
15,37.	200	200,2	−0,2	17,32.	200	199,9	+0,1	20,10.	200	199,8	+0,2
11,50.	300	303,2	−3,2	12,80.	300	301,4	−1,4	14,67.	300	300,4	−0,4

» En adoptant pour unité de pression la pression atmosphérique et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à 0°, les constantes de la formule sont, pour l'azote,

$$R = 0,003663, \quad K = 0,4464, \quad \alpha = 0,001359, \quad \beta = 0,000263.$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXI, p. 225.

([2]) *Loc. cit.*, p. 227.

» Le calcul donne pour les éléments du point critique :

$$v_c = 0,004603, \quad t_c = -123^\circ,8, \quad p_c = 42^{atm},1.$$

» 4. *Formène* (*gaz des marais*). — Valeurs des constantes obtenues avec les chiffres d'expériences relatifs aux températures de 14°,7 et 100°,1, les unités étant celles de M. Amagat :

$$\log R = 0,97936, \quad \log K = 6,91848, \quad \alpha = 3,74, \quad \beta = 2,88.$$

Vérifications :

Température : 14°,7.				Température : 60°,1.				Température : 100°,1.			
	Pressions				Pressions				Pressions		
Volume.	mesur.	calculée.	Différ.	Volume.	mesur.	calculée.	Différ.	Volume.	mesur.	calculée.	Différ.
	atm	atm	atm		atm	atm	atm		atm	atm	atm
62,87.	40	39,7	+0,3	76,50.	40	39,8	+0,2	87,62.	40	39,7	+0,3
22,75.	100	100,4	−0,4	29,35.	100	100,1	−0,1	34,35.	100	100,2	−0,2
12,12.	200	199,4	+0,6	15,32.	200	199,2	+0,8	17,87.	200	200,8	−0,8

» Valeurs des constantes en prenant pour unités de pression et de volume la pression atmosphérique et le volume du gaz sous la pression atmosphérique à 0° :

$$R = 0,003663, \quad K = 0,9295, \quad \alpha = 0,001091, \quad \beta = 0,000840.$$

» Valeurs calculées des éléments du point critique :

$$v_c = 0,004953, \quad t_c = -75^\circ,7, \quad p_c = 46^{atm},8.$$

» Il n'existe, à ma connaissance, aucune expérience qui permette de contrôler, pour l'azote et le formène, les éléments calculés du point critique. On sait seulement, par les expériences de M. Cailletet, que ces deux gaz convenablement refroidis donnent naissance, par une détente brusque, à ces phénomènes de brouillards qui sont considérés comme caractéristiques de la liquéfaction. »

PHYSIQUE. — *Température d'ébullition du zinc.* Note de M. **J. Violle.**

« Dans leur grand travail sur les densités de vapeurs, MM. H. Sainte-Claire Deville et L. Troost ont incidemment déterminé le point d'ébullition du zinc et l'ont évalué à 1040° ; d'autre part, à la même époque, M. Edm. Becquerel le fixait à 932°. Il y a entre ces deux nombres un écart considérable,

sur lequel les savants expérimentateurs n'ont pas réussi à se mettre d'accord (¹).

» Au cours de mes recherches sur la chaleur spécifique du platine à hautes températures, j'eus l'occasion de remarquer que l'argent ne fond pas dans une étuve chauffée à la vapeur de zinc, et, comme le point de fusion de l'argent est, d'après mes mesures, complètement d'accord sur ce point avec celles de M. Edm. Becquerel, 954°, il en résultait nécessairement que le point d'ébullition du zinc est inférieur à 954°. Je fis alors part de cette observation à M. H. Sainte-Claire Deville, qui m'engagea à reprendre la question et me donna en même temps, avec sa bonté habituelle, les précieux conseils que lui dictait sa profonde connaissance du sujet. Ce sont les résultats de cette nouvelle étude que je demande à l'Académie la permission de lui soumettre aujourd'hui.

» La grande difficulté de la détermination du point d'ébullition du zinc, et de toutes les opérations analogues, est dans la faible capacité calorifique de la vapeur, par suite de laquelle la moindre variation accidentelle de la paroi de l'étuve rejaillit immédiatement sur le thermomètre plongé dans la vapeur. Pour obvier à cet inconvénient, j'ai fait construire un appareil en fonte émaillée, rappelant l'appareil classique pour la détermination du point 100 du thermomètre, à cela près que j'ai ajouté à l'intérieur une troisième enveloppe, de sorte que le réservoir thermométrique est enveloppé par une triple enceinte, dans laquelle circule la vapeur de zinc fournie par la marmite formant la partie inférieure de l'appareil. Le tout est recouvert extérieurement d'une épaisse couche de terre, mêlée de poil de vache, et placé dans un fourneau chauffé au charbon de bois. L'expérience montre que cette disposition très simple atteint bien le but voulu : quand les 10^{kg} de zinc contenus dans la chaudière sont en pleine ébullition, et que la vapeur condensée dans le tube de dégagement fait retour dans le récipient sous la forme d'un jet liquide continu, la température est absolument stationnaire, que l'on ouvre ou que l'on ferme les registres du fourneau. Il n'y a donc plus qu'à mesurer cette température. Avec les appareils de M. H. Sainte-Claire Deville, cela ne présente aucune difficulté : un ballon de porcelaine relié à un manomètre suffit, comme l'on sait, à cette mesure. Voici les données d'une expérience :

(¹) *Comptes rendus*, t. LVI, 1863, *passim*.

Volume du ballon	294^{cc},5
Volume du tube et de la partie supérieure du manomètre	4^{cc},7
Température	3°,8
Pression	760^{mm},5
Volume du gaz sorti du ballon	184^{cc},3
Température	7°,7
Pression	892°,3
Pression atmosphérique	759^{mm},5

» Cette expérience donne 929°,6.

» Le zinc qui a servi à cette mesure était bien pur et ne contenait ni plomb, ni étain, ni cadmium, ni arsenic.

» Plusieurs expériences, absolument concordantes, ont fourni un résultat identique.

» Ainsi, la température d'ébullition du zinc est 930°. Ce nombre, entièrement d'accord avec celui de M. Edm. Becquerel, ne porte d'ailleurs

à 1^{mm} environ de cette plaque, des anneaux concentriques, tantôt monochromes, alternativement clairs et obscurs, tantôt irisés, comme les anneaux de Newton.

» J'ai cherché à imiter ces effets (sauf les couleurs irisées), au moyen des courants liquides.

» ... Je dispose l'expérience de la manière suivante : sur une plaque de verre horizontale, recouverte d'une couche mince et uniforme de minium (litharge, sulfate de baryte, céruse, ou autres poudres lourdes insolubles, diversement colorées) en suspension dans l'eau, on fait arriver un filet liquide tombant d'un tube de verre gradué, tenu verticalement, à la distance de $0^m,01$ à $0^m,10$, ou plus, de la plaque. Pour imiter plus complètement le procédé de Nobili, on peut laisser au-dessus du dépôt une couche d'eau de quelques millimètres d'épaisseur, dans laquelle vient plonger l'extrémité du tube abducteur.

» Dans ces conditions, il se produit instantanément, sur la plaque, autour du point de chute, des anneaux concentriques plus ou moins nombreux, inégalement espacés, d'épaisseurs différentes, formés par le transport mécanique du dépôt pulvérulent, sous l'action impulsive du courant liquide. Ces anneaux présentent ordinairement des contours très nets et des dégradations de tons remarquables par leur finesse. On y distingue fréquemment des rayons très déliés, qui traversent parfois tous les systèmes d'anneaux et forment des fleurons, des dessins symétriques très variés et d'une grande délicatesse.

» ... La seule différence, vraiment essentielle, entre les deux sortes d'anneaux, c'est que ceux de Nobili présentent des couleurs irisées que ne possèdent pas les autres; encore cette différence n'est-elle pas absolue. En effet, remarquons d'abord que, dans un très grand nombre de cas, les anneaux de Nobili sont seulement clairs et obscurs alternativement, c'est-à-dire monochromes. D'autre part, les anneaux hydrodynamiques ne sont pas dépourvus de coloration, car, en regardant la flamme d'une bougie (ou même la lumière diffuse du jour, vis-à-vis d'un fond noir), au travers d'anneaux formés avec du sulfate de baryte parfaitement blanc, on voit ordinairement, autour du centre incolore, une zone extrêmement mince, d'une teinte bleu pâle, tandis que les deux grands anneaux extérieurs, et surtout les cercles étroits qui les terminent, sont colorés en jaune et en orangé plus ou moins foncé, selon l'épaisseur du dépôt. On voit par là que la différence en question n'est pas absolue. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil destiné à régulariser l'écoulement d'un gaz à une pression quelconque.* Note de M. J. VILLE. (Extrait.)

« Dans une série de travaux en cours d'exécution, j'ai dû me poser le problème suivant : Étant donnée une enceinte où l'on comprime un gaz, la pression de ce gaz tendant à diminuer par suite des réactions qui se passent dans cette enceinte, trouver un appareil qui permette de compenser automatiquement, à chaque instant, cette diminution de pression, quelque faible qu'elle puisse être.

» Le *régulateur d'écoulement gazeux* que j'ai fait construire fonctionne à toute pression. Il est placé entre l'enceinte et un réservoir de provision à gaz comprimé, dont la pression doit toujours être supérieure à celle de l'enceinte. Dès que la pression diminue dans celle-ci, le jeu du régulateur fait passer, du réservoir dans l'enceinte, la quantité de gaz nécessaire pour compenser cette diminution de pression.

» A cet effet, l'appareil présente un manomètre à mercure, de forme spéciale, dont l'une des branches renferme le gaz à une pression déterminée, constante pour tout le temps de l'opération, l'autre branche communiquant avec l'enceinte. Si une diminution de pression se manifeste dans celle-ci, le mercure s'élève dans le tube manométrique, arrive au contact d'une tige d'acier nickelée, isolée dans l'axe du tube. Ce contact établit un courant électrique actionnant un électro-aimant. Cet électro-aimant attire un barreau de fer doux auquel est fixée une soupape qui, étant soulevée, permet à une certaine quantité de gaz de passer du réservoir de provision dans l'enceinte, pour y compenser la diminution de pression. L'égalité de pression étant ainsi rétablie dans les deux branches du manomètre, le mercure s'abaisse, abandonne la tige nickelée, et, le courant électrique étant ouvert, la soupape retombe à sa position première, pour interrompre toute communication entre le réservoir et l'enceinte.

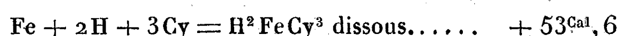
» Il est indispensable de toujours maintenir un excès de pression dans le réservoir : cet excès dépendra naturellement de la force de l'électro-aimant.

» L'appareil que j'ai fait construire peut résister à des pressions de 15^{atm}; son électro-aimant peut vaincre un excès de pression de 2^{atm}. Sa sensibilité est très grande, car sa tige nickelée, qui se trouve dans l'axe du tube manométrique, peut être approchée à une distance de $\frac{1}{4}$ de millimètre de la

surface du mercure. Dès que la diminution de pression dans l'enceinte acquiert la valeur de $\frac{1}{4}$ de millimètre de mercure, le jeu de l'appareil compense cette diminution de pression. On peut abandonner l'opération à elle-même pendant plusieurs heures, pendant toute une nuit par exemple (¹). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide ferrocyanhydrique et de quelques ferrocyanures.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« La chaleur de formation de l'acide ferrocyanhydrique a été déterminée par M. Berthelot, d'après la chaleur de formation du ferrocyanure de potassium et d'après la chaleur dégagée lorsqu'on traite une dissolution de ce sel par des équivalents successifs d'acide sulfurique. Ce nombre est



$$\mathrm{Fe} + 2\mathrm{H} + 3\mathrm{Cy} = \mathrm{H^2FeCy^3} \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +53^{\mathrm{Cal}},6$$

» Pour élucider le rôle que jouaient les deux équivalents de base dans la saturation de l'acide ferrocyanhydrique, j'ai préparé cet acide et je l'ai neutralisé d'abord par un, puis par deux équivalents de potasse.

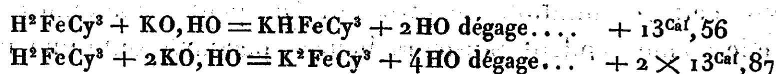
» L'acide a été préparé au moyen du ferrocyanure de potassium et de l'acide chlorhydrique. Lorsqu'on mêle les deux solutions en proportions équivalentes, il se forme de l'acide ferrocyanhydrique et du chlorure de potassium, tous deux dissous. Si l'on ajoute alors à la liqueur assez d'éther pour qu'elle en soit saturée, l'acide ferrocyanhydrique se précipite seul et presque en totalité. Le précipité est ensuite séché à la trompe, puis dans le vide. On peut aussi le sécher à l'étuve vers 75°; il est alors un peu plus bleu, mais l'altération est à peine révélée par l'analyse.

» Cet acide est assez soluble dans l'eau, 150gr par litre, vers 14°. Je l'ai analysé en y dosant le fer et le cyanogène.

	Trouvé.	Calculé.
Fe	25,65	25,92
Cy	72,22	72,22
H	2,13	1,86
	100,00	100,00

(¹) Ce régulateur fonctionne dans les laboratoires de Physique et de Chimie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

» J'ai mesuré sa chaleur de neutralisation par la potasse et j'ai trouvé, vers 11°, pour les corps dissous :

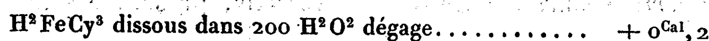


$H^2FeCy^3 + KO,HO = KHFeCy^3 + 2HO$ dégage.... $+ 13^{Cal},56$

$H^2FeCy^3 + 2KO,HO = K^2FeCy^3 + 4HO$ dégage... $+ 2 \times 13^{Cal},87$

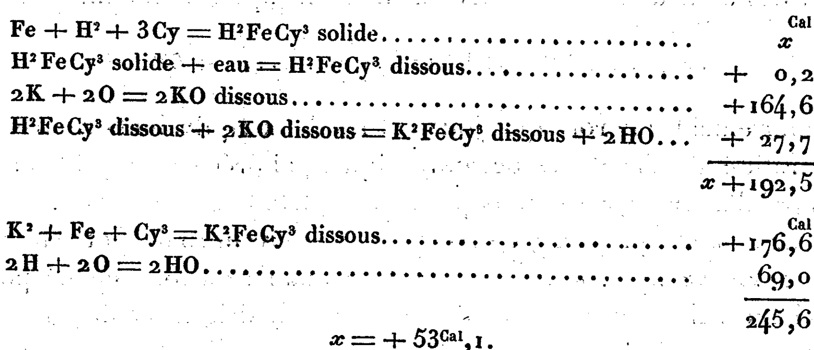
» L'acide ferrocyanhydrique est bien un acide bibasique, les deux équivalents de base jouant le même rôle dans la saturation.

» J'ai déterminé en outre sa chaleur de dissolution vers 10°.



H^2FeCy^3 dissous dans 200 H^2O^2 dégage............ $+ 0^{Cal},2$

» Avec ces données et connaissant la chaleur de formation du ferrocyanure de potassium depuis les éléments $+ 182^{Cal},6$, on peut en déduire la chaleur de formation de l'acide ferrocyanhydrique solide, depuis les éléments, au moyen des deux cycles suivants :



	Cal
$Fe + H^2 + 3Cy = H^2FeCy^3$ solide........................	x
H^2FeCy^3 solide + eau = H^2FeCy^3 dissous..................	+ 0,2
$2K + 2O = 2KO$ dissous..............................	+164,6
H^2FeCy^3 dissous + $2KO$ dissous = K^2FeCy^3 dissous + $2HO$...	+ 27,7
	x + 192,5

	Cal
$K^2 + Fe + Cy^3 = K^2FeCy^3$ dissous........................	+176,6
$2H + 2O = 2HO$....................................	69,0
	245,6

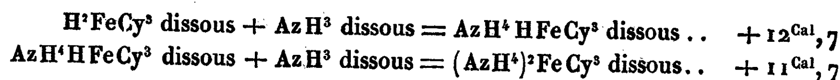
$$x = + 53^{Cal},1.$$

» On a donc pour la chaleur de formation de l'acide ferrocyanhydrique solide $+ 53^{Cal},1$ et pour l'acide dissous $+ 53^{Cal},3$. Par les méthodes indiquées plus haut, M. Berthelot avait trouvé pour ce dernier nombre $+ 53^{Cal},6$. C'est le même nombre dans les limites d'erreur des expériences.

» J'ai étudié ensuite les chaleurs de formation à l'état solide et à l'état dissous des ferrocyanures d'ammonium, de baryum et de calcium.

» *Ferrocyanure d'ammonium.* — Ce sel contient trois équivalents d'eau. Sa chaleur de dissolution a été trouvée de $- 3^{Cal},4$ vers 14°.

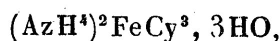
» L'acide ferrocyanhydrique, neutralisé successivement par un, puis par deux équivalents d'ammoniaque, a donné les nombres suivants vers 11° :



H^2FeCy^3 dissous + AzH^3 dissous = AzH^4HFeCy^3 dissous .. $+ 12^{Cal},7$

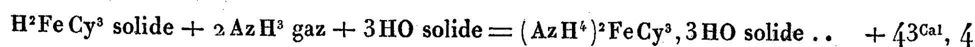
AzH^4HFeCy^3 dissous + AzH^3 dissous = $(AzH^4)^2FeCy^3$ dissous.. $+ 11^{Cal},7$

» On en conclut pour la chaleur de formation du composé



$$(AzH^4)^2 FeCy^3, 3HO,$$

solide depuis l'acide solide, la base gazeuse et l'eau solide :



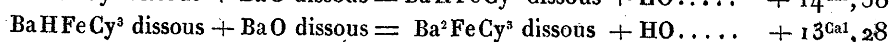
$$H^2FeCy^3 \text{ solide} + 2AzH^3 \text{ gaz} + 3HO \text{ solide} = (AzH^4)^2FeCy^3, 3HO \text{ solide} \ldots \quad +43^{Cal},4$$

» *Ferrocyanure de baryum.* — Ce sel contient six équivalents d'eau. Il est très peu soluble dans l'eau, environ 2^{gr} par litre. Sa chaleur de dissolution a été trouvée de — $5^{Cal},7$ vers 13°,5.

» Deux équivalents de baryte ajoutés successivement à un équivalent d'acide ferrocyanhydrique ont dégagé les quantités de chaleur suivantes vers 12° :



$$H^2FeCy^3 \text{ dissous} + BaO \text{ dissous} = BaHFeCy^3 \text{ dissous} + HO \ldots\ldots \quad +14^{Cal},58$$

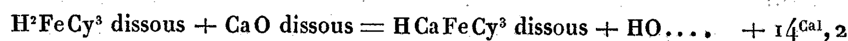


$$BaHFeCy^3 \text{ dissous} + BaO \text{ dissous} = Ba^2FeCy^3 \text{ dissous} + HO \ldots\ldots \quad +13^{Cal},28$$

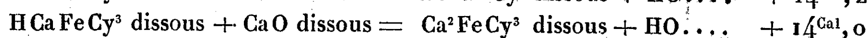
» On peut en conclure la chaleur de formation de ce corps solide depuis la baryte anhydre, l'acide anhydre et l'eau solide. Ce nombre est $+57^{Cal},4$.

» *Ferrocyanure de calcium.* — Ce sel contient douze équivalents d'eau; il est très soluble. Sa chaleur de dissolution a été trouvée de — $2^{Cal},3$ vers 10°.

» On a mesuré, comme précédemment, la chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique par l'eau de chaux. On a trouvé vers 12°,5 :



$$H^2FeCy^3 \text{ dissous} + CaO \text{ dissous} = HCaFeCy^3 \text{ dissous} + HO \ldots\ldots \quad +14^{Cal},2$$



$$HCaFeCy^3 \text{ dissous} + CaO \text{ dissous} = Ca^2FeCy^3 \text{ dissous} + HO \ldots\ldots \quad +14^{Cal},0$$

» Ces données permettent de calculer la chaleur de formation du corps solide depuis l'acide anhydre, la chaux vive et l'eau solide : $+40^{Cal},1$.

» Ces divers nombres montrent que l'acide ferrocyanhydrique est un véritable acide bibasique, très voisin d'ailleurs de l'acide chlorhydrique par les quantités de chaleur qu'il dégage avec les alcalis et les bases alcalino-terreuses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. A. **Renard**, présentée par M. Wurtz.

« Les portions provenant de la distillation de la colophane, bouillant vers 150°, renferment trois hydrocarbures, un térébenthène $C^{10}H^{16}$ et deux carbures isomériques $C^{10}H^{18}$.

» Le produit passant, après de nombreuses distillations fractionnées, de 154° à 157°, et qui est le plus abondant, lavé à la soude et rectifié sur du sodium, a donné à l'analyse les résultats suivants :

			Calculé pour $C^{10}H^{16}$.	Calculé pour $C^{10}H^{18}$.
C............	87,8	87,5	88,23	86,96
H............	12,1	12,2	11,77	13,04

qui indiquent un mélange d'un carbure térébique $C^{10}H^{16}$ et d'un hydrocarbure $C^{10}H^{18}$, qu'il m'a été impossible de séparer l'un de l'autre.

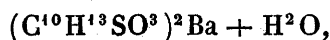
» Le mélange de ces deux carbures dévie à gauche le plan de la lumière polarisée. L'acide chlorhydrique gazeux le transforme partiellement en chlorhydrate; le produit de le réaction renferme 15 à 16 pour 100 de chlore au lieu de 20,5 qu'exige la formule $C^{10}H^{16}HCl$; en outre, soumis à la distillation dans le vide, il laisse un résidu de dichlorhydrate, fusible à 49°. Si l'on fait usage d'une solution éthérée, les résultats sont les mêmes, seulement la proportion de dichlorhydrate est beaucoup plus considérable.

» On peut donc en conclure que les portions d'essence distillant de 154° à 157° sont un mélange d'un térébenthène et d'un carbure $C^{10}H^{18}$, inattaquable ou difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique et qui serait un homologue supérieur de l'heptène [1].

» Le brome réagit sur ces deux carbures avec violence en donnant naissance à des produits de substitution. En faisant usage de leur solution dans l'éther, on obtient un mélange de dibromures très altérables.

» L'acide nitrique de densité 1,2 les attaque vers 80° avec production de vapeurs nitreuses et d'une résine qui finit par se dissoudre dans l'excès d'acide employé; la liqueur évaporée ne donne pas de dépôt cristallin, mais un acide sirupeux, dont le sel de plomb est insoluble.

» Traités, avec précaution, par de l'acide sulfurique fumant, une partie de ces carbures se dissout avec dégagement d'acide sulfureux; la liqueur acide, étendue d'eau et saturée par du carbonate de baryum, fournit à l'évaporation des cristaux d'un cyménylsulfite de baryum



$$(C^{10}H^{13}SO^3)^2Ba + H^2O,$$

identique à celui obtenu avec le térébenthène distillant de 170° à 173°, dont j'ai signalé précédemment l'existence [2].

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 419.
(2) *Ibid.*, t. XCII, p. 887.

» Enfin, le mélange de ces deux carbures a été agité avec $\frac{1}{20}$ de son volume d'acide sulfurique ordinaire ($d = 1,8$). Après vingt-quatre heures, le liquide surnageant, soumis à la distillation, se scinde en deux parties, l'une bouillant avant 200°, et l'autre, formée de polymères, distillant au delà de 300°. En répétant plusieurs fois le même traitement à l'acide sur les produits passant avant 200°, en ayant soin d'augmenter progressivement les proportions d'acide qui, après le troisième traitement, peuvent atteindre le volume même du carbure, on obtient environ 7 pour 100 d'un produit distillant vers 150° et constitué par un nouvel hydrocarbure $C^{10}H^{18}$, complètement inattaquable par l'acide sulfurique ordinaire. La faible proportion de ce carbure dans le mélange primitif ne permet pas de lui attribuer les modifications apportées à la composition et aux propriétés du térébenthène distillant de 154° à 157°, qui ne peuvent s'expliquer qu'en admettant, comme je l'ai fait précédemment, l'existence d'un autre carbure $C^{10}H^{18}$, attaquable par l'acide sulfurique. Ces résultats sont, du reste, d'accord avec ce fait, que j'aurai prochainement l'occasion de démontrer: l'existence, dans les essences de résine, de deux séries de carbures C^nH^{2n-2}, l'une attaquable par l'acide sulfurique, et l'autre inattaquable par ce même acide.

» Le carbure $C^{10}H^{18}$, inattaquable par l'acide sulfurique et pour lequel je propose le nom de *décène*, rectifié sur du sodium, bout de 149° à 152°. Son analyse a donné les résultats suivants :

			Calculé pour $C^{10}H^{18}$.
C................	86,7	86,6	86,96
H................	13,2	13,1	13,04

» Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,61 (théorie, 4,77).

» L'acide chlorhydrique est sans action sur lui et il en est de même si l'on fait usage de sa solution dans l'éther. L'acide nitrique ordinaire ne l'attaque pas à l'ébullition, mais l'acide nitrique fumant le dissout à chaud avec dégagement de vapeurs nitreuses.

» Le brome est sans action sur lui dans l'obscurité, même à l'ébullition, mais à la lumière diffuse, ou mieux au soleil, l'attaque a lieu avec dégagement d'acide bromhydrique.

» L'acide sulfurique fumant le dissout lentement avec production abondante d'acide sulfureux; la liqueur étendue d'eau et saturée par du carbonate de baryum donne par évaporation un sel incristallisable, insoluble dans l'alcool qui n'a pas été analysé.

» Si, au lieu de traiter le produit primitif, distillant de 154° à 157°, par

l'acide sulfurique de densité 1,8, on l'agite à plusieurs reprises avec de l'acide sulfurique de densité 1,75, les résultats sont différents et l'on obtient dans ce cas, mélangé au décène $C^{10}H^{18}$, un nouveau térébenthène résultant de l'action de l'acide sur le térébenthène primitif.

» L'analyse de ce mélange a donné les résultats suivants :

C.................	87,3	87,4
H.................	12,3	12,3

» Ce térébenthène diffère cependant du térébène ordinaire. Traité en solution éthérée par le gaz acide chlorhydrique, il donne un monochlorhydrate liquide que l'on peut obtenir en abandonnant à l'air le produit de la réaction jusqu'à ce que tout le décène soit volatilisé.

» Traité par l'acide sulfurique ordinaire, ce térébenthène se transforme en acide cyménylsulfureux, dont le sel de baryum répond à la formule $(C^{10}H^{13}SO^3)^2Ba + H^2O$, et la partie insoluble dans l'acide est alors constituée par du décène pur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration du camphre; formation du camphre bichloré.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Wurtz.

« Le seul dérivé chloré du camphre connu, réellement isolé et étudié, est le camphre monochloré $C^{10}H^{15}ClO$, que Weber [1] a découvert en faisant agir l'acide hypochloreux sur le camphre.

» Claus [2], en 1842, a bien tenté de chlorurer le camphre, soit par l'action directe du chlore, soit en faisant intervenir l'action de certains chlorures; mais ses tentatives ont abouti à des composés mal définis et mal étudiés. Sous l'influence du chlore il n'a obtenu aucun résultat. En dissolvant le camphre dans le perchlorure de phosphore et faisant passer un courant de chlore, il est parvenu à obtenir une masse crémeuse, se décomposant à 100° après fusion. Les résultats de l'analyse ont paru lui démontrer qu'il avait affaire à un mélange de camphre trichloré et de camphre tétrachloré $C^{10}H^{13}Cl^3O + C^{10}H^{12}Cl^4O$. Mais non seulement il n'a pas séparé ces deux corps hypothétiques, mais encore son analyse est insuffisante. Il a trouvé 45,12 de chlore pour 100; la théorie pour le mélange exige 46,68.

» En faisant passer un courant de chlore dans ledit mélange, il aurait

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. X, p. 288.
(2) *Journal für prakt. Chem.*, t. XXV, p. 257.

obtenu un camphre hexachloré $C^{10}H^{10}Cl^6O$, ayant la consistance de la cire blanche. Et, par une induction un peu forcée, l'auteur conclut à la formation de tous les dérivés chlorés, par voie de substitution régulière.

» On sait d'autre part que le chlore attaque peu le camphre, même à la lumière solaire, et qu'en présence d'un peu d'iode il ne donne que des produits de décomposition. C'est ainsi que Ruoff a obtenu des dérivés chlorés de l'éthane C^2Cl^6, du méthane CCl^4 et de la benzine C^6Cl^6 (1).

» En résumé, l'histoire des dérivés chlorés du camphre se borne à la connaissance d'un camphre monochloré.

» Je suis parvenu à obtenir un camphre bichloré correspondant à la formule $C^{10}H^{14}Cl^2O$, par voie de chloruration directe, dans des conditions un peu spéciales, en faisant agir du chlore sec sur une solution de camphre dans l'alcool absolu.

» Voici les conditions les plus favorables de l'expérience.

» On dissout le camphre ordinaire dans l'alcool absolu, suivant leur rapport moléculaire. Dans un dernier essai, j'ai dissous 760gr de camphre ordinaire dans 230gr d'alcool absolu à l'aide d'une douce chaleur. Laissant refroidir, on fait passer dans la masse un courant de chlore sec. L'opération a duré cinq jours ; j'ai employé 3kg,600 de sel marin en trois opérations.

» Le liquide s'échauffe sous l'influence du chlore. On maintient la température de 80 à 90° C. Il se dégage des torrents d'acide chlorhydrique, comme à l'ordinaire, avec formation de chloral. Le camphre passe à l'état de camphre bichloré.

» Sous l'influence de l'eau chaude, on enlève le chloral et l'acide chlorhydrique. A cet effet, on chauffe au bain-marie le liquide visqueux obtenu à plusieurs reprises avec de l'eau, jusqu'à ce que cette dernière ne présente plus de réaction acide. Par refroidissement, le liquide cristallise en masse. Le produit est exprimé et dissous dans une fois son volume d'alcool à 93°. La solution soumise au froid (glace et sel) laisse déposer un précipité en fines granulations d'une blancheur éclatante. Ce précipité, recueilli, redissous dans l'alcool chaud, se dépose alors sous forme de prismes volumineux d'une magnifique blancheur, qui donnent à l'analyse :

			Trouvé.
Matière........	0,775	AgCl........	1,0105
Matière........	0,2855	CO^2.........	0,5690
		H^2O........	0,16

(1) *Deutsch. chem. Gesellsch.*, 1876, p. 1483.

ce qui donne en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{14}Cl^{2}O$.
C............	54,35	54,29
H............	6,22	6,33
Cl............	32,10	32,12
O............	7,33	7,26
	100,00	100,00

» Ajoutons que le rendement est considérable. Le camphre bichloré se présente, après cristallisation dans l'alcool, sous forme de prismes obliques volumineux, à base de parallélogramme, pouvant atteindre une longueur de 2^{cm} et plus.

» Il est peu soluble dans l'alcool très froid. Son coefficient de solubilité augmente rapidement avec la température. A chaud, il paraît se dissoudre en toutes proportions. Il est soluble dans l'éther; bien plus, il se liquéfie au contact de sa vapeur. Il est insoluble dans l'eau.

» Il a une odeur spéciale, tenant à la fois du chlore et du camphre. Il a une saveur faible, légèrement piquante.

» Il commence à se ramollir à 89° et fond exactement à 98°. Maintenu à cette température pendant quelque temps, il se volatilise sans décomposition. Chauffé au-dessus de 150°, il noircit; il se décompose en dégageant des vapeurs d'acide chlorhydrique. On peut le chauffer ainsi jusqu'à la température de 263°. Le thermomètre reste alors stationnaire. On recueille alors un liquide incolore par distillation, dont je me réserve l'étude.

» Il est probable que la formation de ce camphre bichloré est précédée de la formation d'un camphre monochloré. Je vais tenter de l'isoler. Dans tous les cas, il me paraît démontré, et cette conclusion est autorisée par de nombreux essais, que le camphre bichloré obtenu paraît être le produit de chloruration ultime dans les conditions où j'ai opéré, c'est-à-dire en chauffant à une température voisine du point d'ébullition du chloral. Si, en effet, on continue à faire passer du chlore à cette température, on reconnaît que le liquide se colore fortement en jaune, et le chlore n'est plus absorbé.

» Du liquide ainsi sursaturé, on n'isole que du camphre bichloré. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence de Licari Kanali.* Note de M. **H. Morin.**

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai fait connaître la nature et les principales propriétés de l'essence de Licari Kanali (essence de bois de rose femelle de la Guyane); les analyses qui y sont consignées assignent à cette essence, d'après sa composition élémentaire, la formule $C^{20}H^{18}O^{2}$. Le nombre des huiles essentielles oxygénées étant assez restreint, j'ai pensé qu'il serait intéressant de poursuivre cette étude, tant pour déterminer la constitution de l'essence de Licari Kanali que pour fixer la composition et les propriétés de l'hydrocarbure qui en dérive.

» La composition de l'essence de Licari Kanali s'affirme par la formation d'un chlorhydrate défini, obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique. Dans ce but, on dispose dans un flacon une mince couche d'essence, à la surface d'une solution aqueuse et saturée d'acide chlorhydrique. On expose à la lumière solaire, et, après une semaine de contact, on agite de temps en temps, d'abord doucement, puis ensuite de plus en plus vivement, pour mélanger intimement les deux liquides. Au bout d'un mois, on siphonne la couche inférieure aqueuse, que l'on remplace par une solution saturée d'acide chlorhydrique, et l'on renouvelle le traitement précédent pendant un autre mois. Il est préférable, surtout en hiver, de prolonger l'action de l'acide chlorhydrique, pour être sûr que la réaction est complète. On isole alors la couche supérieure, qui est fortement colorée et constitue le produit de la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'essence de Licari Kanali. On enlève l'excès d'acide par des lavages à l'eau, ensuite en agitant avec une solution faible de potasse, et l'on élimine ce dernier réactif par l'eau.

» Le produit ainsi obtenu ne peut être distillé à feu nu, car il se décompose par la chaleur en dégageant de l'acide chlorhydrique; cependant on constate qu'à la température de $+100°$ il n'y a pas de décomposition. On a mis à profit cette propriété pour rectifier ce chlorhydrate, en le distillant au bain-marie, dans le vide, avec un excès d'eau. Bien que ce procédé ne fournisse avec difficulté qu'une minime quantité de produit à chaque opération, on a pu néanmoins en isoler ainsi une quantité suffisante, à l'état de pureté.

» Ce chlorhydrate pur constitue un liquide incolore, possédant une

([1]) *Comptes rendus,* t. XCII, p. 998.

odeur aromatique agréable, légèrement camphrée; sa densité est de 1,069 à la température de + 16°; il est optiquement neutre.

» L'analyse élémentaire a donné le résultat suivant, correspondant à la formule $C^{20}H^{16}, 2Cl$:

		Théorie pour $C^{20}H^{16}, 2HCl$.
Carbone	57,28	57,41
Hydrogène	8,76	8,62
Chlore. 34,02; 34,36;	34,20	33,97

» Dans la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'essence de Licari Kanali, 2éq d'eau (2HO) sont donc remplacés par 2éq d'acide chlorhydrique (2HCl), pour former un chlorhydrate possédant la même composition que le chlorhydrate de citrène et la même altérabilité par la chaleur. La conformité de ces deux chlorhydrates se retrouve encore dans la facilité avec laquelle tous deux sont décomposés par les alcalis, sous l'influence de la chaleur, avec formation d'un hydrocarbure de la formule $C^{20}H^{16}$.

» En effet, en distillant le chlorhydrate préparé par la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'essence de Likari Kanali avec un excès de chaux hydratée, on obtient un hydrocarbure qui, rectifié une seconde fois dans les mêmes conditions, est complètement exempt de chlore. En ayant soin, à chaque opération, de ne recueillir que les produits de distillation qui passent au-dessous de la température de + 175°, on sépare, par une dernière rectification sur la poudre de zinc, un produit qui distille à + 168°-172° à la pression de 0m,765.

» L'analyse de ce produit concorde complètement avec la formule $C^{20}H^{16}$. Cet hydrocarbure est un liquide incolore, très-mobile, d'une odeur particulière, légèrement aromatique; sa densité est de 0,835 à la température de + 18°; il est sans action sur la lumière polarisée. Son point d'ébullition, et surtout sa densité, paraissant établir une différence avec le citrène (D citrène = 0,8569), je propose de donner à cet hydrocarbure le nom de *licarène*.

» L'action prolongée de la chaleur sur ce carbure d'hydrogène donne lieu, avec une grande facilité, à la formation d'isomères dont les points d'ébullition vont constamment en augmentant : aussi, dans sa préparation, les distillations successives occasionnent-elles un rendement de plus en plus faible. L'action de certains chlorures est encore plus sensible ; c'est ainsi que, par un autre mode de préparation du licarène, en faisant réagir

l'essence du Licari Kanali sur le chlorure de zinc fondu, on ne recueille qu'une faible quantité de produit distillant à basse température, tandis que la majeure partie des hydrocarbures obtenus distille graduellement jusqu'à + 310° et au delà, avec formation d'isomères et très probablement de polymères.

» En résumé, d'après les réactions du chlorure de zinc fondu ([1]) et de l'acide chlorhydrique sur l'essence de Licari Kanali, on pourrait considérer cette essence $C^{20}H^{18}O^2$ comme l'hydrate $C^{20}H^{16}, 2HO$ d'un hydrocarbure particulier, le licarène $C^{20}H^{16}$, isomère du térébenthène.

» En terminant cette Note, il y a lieu de signaler l'observation suivante : un mélange d'essence de Licari Kanali, d'alcool et d'acide nitrique, fait dans les proportions indiquées pour la préparation de l'hydrate de térébenthène, reste limpide pendant plusieurs semaines. Il se trouble ensuite peu à peu, pour laisser surnager finalement une couche d'un liquide insoluble dans l'eau et possédant un pouvoir rotatoire dextrogyre, tandis que l'essence du Licari Kanali dévie à gauche les rayons de la lumière polarisée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le titrage du tannin et de l'acide œnogallique dans les vins.* Note de M. F. JEAN.

« Le dosage du tannin, tel que je l'ai indiqué dans ma Note « sur le dosage de l'œnoline et de l'œnotannin dans les vins ([2]) », nécessite plusieurs traitements à l'éther, et l'épuisement des dernières traces de l'acide astringent est assez long; en cherchant à simplifier le procédé, je me suis arrêté à la méthode suivante, qui permet de titrer le tannin et l'acide œnogallique dans les vins.

» On évapore, au bain de sable, 100^{cc} ou 50^{cc} du vin à analyser, de façon à réduire le volume à quelques centimètres cubes. On mélange alors l'extrait avec de la silice précipitée et sèche, et l'on dessèche le tout à l'étuve, vers 60° à 70°. La masse est ensuite pulvérisée, introduite dans une petite allonge et épuisée avec de l'éther additionné d'une petite quantité d'éther chlorhydrique. Les solutions éthérées sont évaporées au bain-marie, et le résidu de l'évaporation est dissous dans 100^{cc} d'eau distillée. Sur 10^{cc} de cette solution aqueuse, on titre, avec la solution d'iode, le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1000.

([2]) *Ibid.*, décembre 1881.

tannin et l'acide œnogallique, d'après la méthode que j'ai indiquée pour le titrage des matières astringentes ([1]), en ayant soin de neutraliser la solution avant l'addition du bicarbonate de soude, pour que les acides astringents soient toujours en présence de la même quantité d'alcali bicarbonaté libre.

» On agite ensuite le reste de la solution aqueuse, avec un léger excès de peau en poudre, pour fixer le tannin. On laisse en contact quelques heures, on passe au travers d'une toile et, sur 10^{cc} du liquide filtré, on détermine, avec la solution d'iode, l'acide œnogallique passé en solution.

» En retranchant ce second titre, qui correspond à l'acide œnogallique, du premier titre, afférent au tannin et à l'acide œnogallique, on aura, par différence, le volume de solution d'iode qui correspond au tannin contenu dans le vin.

» Le titre de la solution d'iode ayant été établi par rapport à un poids connu de tannin pur, et l'acide gallique agissant sur la solution d'iode dans la même mesure que le tannin, il est facile de calculer la teneur du vin en tannin et en acide œnogallique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la digestion gastrique.* Note de **M. E. Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Les Communications récentes de M. Béchamp et de M. Gautier, au sujet de la digestion, m'amènent à parler des recherches que j'ai faites sur la même question. Leur caractère incomplet n'échappera à personne, et j'aurais voulu rester fidèle à mon habitude de ne présenter à l'Académie qu'un Mémoire terminé; mais je dois songer à assurer l'indépendance de mes études et de mes résultats. Je les ai exposés l'an dernier dans mon cours à la Sorbonne; mais je n'en ai publié qu'une petite partie, celle qui se rapportait à mon sujet, dans les *Annales agronomiques* (1881) et dans mon livre *Ferments et Maladies* (1882).

» Le point de départ de mes recherches a été la découverte, chez certains ferments de la caséine, d'une diastase capable de transformer cette substance en une peptone tout à fait pareille à celles qu'on rencontre dans le canal digestif. Les ferments se montrant ainsi capables de remplacer les liquides normaux de l'organisme, il y avait à se demander quelle part ils prennent au phénomène de la digestion, qui s'accomplit toujours en leur

---

([1]) *Comptes rendus*, 1876.

présence, quel rôle aussi ils ont pu jouer dans les essais de digestion artificielle, où ils sont presque toujours intervenus à l'insu des expérimentateurs. Il y avait chance de pouvoir faire disparaître, en tenant compte de cette cause d'erreur, quelques-unes des obscurités de la théorie de la digestion, question très débattue, où toutes les opinions ont été émises, sans qu'on sache bien où est la vérité.

» Le moyen à employer pour cela était trouvé d'avance et résulte des travaux de M. Pasteur. Il n'y avait qu'à faire arriver sur des matières alimentaires stérilisées d'avance des liquides digestifs, débarrassés, par filtration au travers d'une cloison poreuse, de tous les éléments solides et des germes qu'ils pourraient apporter avec eux. J'ai soumis à ce procédé la salive, le suc gastrique et, dans des conditions un peu modifiées, le suc pancréatique. Je laisse de côté, pour le moment, la salive, dont l'action, faible du reste, résulte d'un mécanisme compliqué. J'arrive de suite au suc gastrique.

» L'intérieur de l'estomac d'un animal renferme d'ordinaire une foule de ferments divers, où dominent ceux des matières hydrocarbonées, qui s'accommodent mieux de l'acidité du milieu que les ferments des matières albuminoïdes. On y trouve diverses espèces de levures, des filaments mobiles et immobiles, et surtout du ferment lactique dont la présence explique, sans qu'il soit besoin de recourir à une action physiologique, la présence souvent constatée de l'acide lactique dans le suc gastrique.

» La plupart de ces ferments sécrètent des diastases qui se mêlent à celles que sécrètent les cellules de la muqueuse, et qu'on n'élimine pas facilement sur l'animal vivant. Quand on veut étudier le produit propre aux glandes gastriques, le meilleur moyen est de sacrifier l'animal en digestion, de laver à grande eau, pendant quelques minutes, l'intérieur de l'estomac et de faire ensuite une macération de la muqueuse.

» On trouve ainsi, pour les diastases du sucre et de l'amidon, qu'elles sont tantôt présentes, tantôt absentes dans le suc gastrique qu'on puise dans l'estomac du mouton et du chien, mais qu'elles manquent toujours dans le suc gastrique extrait des glandes. La digestion physiologique de la matière amylacée ne se fait donc pas dans l'estomac, ou, si elle y a lieu, c'est par l'effet des ferments. Je conserve en effet, depuis plus d'un an, de l'amidon cuit dans du suc gastrique pur, sans qu'il ait perdu la propriété de bleuir par l'iode.

» Pour les diastases des matières albuminoïdes, l'état d'inertie où vivent d'ordinaire dans l'estomac les ferments qui pourraient les produire fait

qu'elles sont rarement présentes et que le suc gastrique est presque toujours abandonné à lui-même pour la digestion de ces matériaux alimentaires. Mais il ne les attaque pas tous avec la même facilité. Il coagule la caséine, mais ne touche pas au coagulum formé ([1]). Il ressemble en cela à la présure qu'on rencontre dans l'estomac des mammifères en lactation, et qui coagule aussi la caséine, sans pouvoir redissoudre le caillé qu'elle a produit. Ni chez l'animal jeune, ni chez l'animal adulte, le lait n'est donc digéré dans l'estomac par l'action du suc qu'y sécrète la muqueuse. Nous verrons plus tard que c'est le pancréas qui est chargé de ce soin.

» L'albumine crue résiste beaucoup à l'action du suc gastrique et sort le plus souvent de l'estomac sans avoir subi autre chose qu'une action superficielle. L'albumine cuite est plus vite attaquée, puis vient le gluten, puis la fibrine du sang qu'un court séjour dans un estomac sain doit suffire à transformer en peptone.

» Avec cette variété dans l'action du suc gastrique sur les matières albuminoïdes, il n'y a plus à s'étonner de voir les divers éléments anatomiques qui constituent la fibre musculaire être très inégalement atteints. Les sarcoprismes sont beaucoup plus vite attaqués que les disques de Bowmann, qui sont à peine gonflés ou disloqués lorsque déjà les sarcoprismes sont émiettés ou liquéfiés, mais, même chez ces derniers, la transformation est longue, et ce qui sort de l'estomac est un mélange d'éléments solides, disques de Bowman intacts, sarcoprismes à peine gonflés ou en voie de destruction, et d'éléments liquides où l'on trouve tous les degrés de transformation qui aboutissent à la peptone.

» Avec ce que nous venons d'apprendre, nous pouvons essayer de répondre à une question qu'on s'est souvent posée : pourquoi l'estomac ne se digère-t-il pas lui-même? A la suite d'une expérience restée célèbre, Claude Bernard avait cru pouvoir attribuer cette résistance à la protection conférée par la couche épithéliale. Mais, sans manquer de respect à la mémoire de cet illustre physiologiste, il est bien permis de remarquer que la réponse n'est pas topique. Il ne s'agit pas de savoir pourquoi le suc gastrique, arrivé dans la cavité de l'estomac, ne dissout pas les cellules de la muqueuse, mais pourquoi il ne les dissout pas au moment où il est sécrété par elles. La question devait se poser quand on croyait que le suc gastrique agissait indifféremment sur toutes les matières albuminoïdes. Elle n'a plus rien d'embarrassant depuis que nous savons qu'il en respecte quelques-

([1]) Dans des expériences inédites, M. Roux a obtenu le même résultat.

unes. Nous sommes ici en présence d'un cas particulier de cette loi générale et nécessaire qui veut que toute cellule soit faite d'éléments inattaquables dans les conditions où elle se développe et où elle vit. C'est ainsi que les amylobacters étudiés par M. Van Tieghem, et qui dissolvent certaines celluloses, ont pourtant leur enveloppe externe faite de cellulose, sur laquelle ils ne peuvent agir.

» L'expérience est en parfait accord avec cette manière de voir. Des muqueuses des quatre estomacs du mouton, mises dans l'eau acidulée, celle qui se dissout le moins est celle de la caillette. Il y a plus : toutes ces muqueuses, en se dissolvant, appauvrissent la liqueur de son acide chlorhydrique par un mécanisme encore inexpliqué, et diminuent le titre acide. Celle de la caillette est encore celle qui le diminue le moins. Si l'on suppose les cellules de ces muqueuses remplies d'un même liquide acide, celles qui en laisseront le plus transsuder à l'extérieur sont donc celles de la caillette. On retrouve là un nouvel exemple de l'accommodation de la structure à la fonction. L'étude de la digestion pancréatique nous en fournira d'autres. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du système nerveux sur les vaisseaux lymphatiques.* Note de MM. **P. Bert** et **Laffont**, présentée par M. Bouley.

« Depuis la magnifique découverte de Cl. Bernard, en 1851, sur le rôle vaso-moteur du nerf grand sympathique, il n'est peut-être pas de branche de la science qui ait donné lieu à autant de grands et importants travaux; et, lorsque l'illustre physiologiste du Collège de France eut complété ses recherches sur l'innervation vasculaire par la découverte de nerfs vaso-dilatateurs, en 1859, le nombre des investigateurs s'accrut encore, les uns recherchant et étudiant les nerfs vaso-moteurs d'une région déterminée, d'autres cherchant à démontrer l'existence générale de chacun des deux systèmes nerveux antagonistes.

» Au premier abord, il paraît étrange que, tandis que tous les physiologistes ont recherché l'influence du système nerveux sur la circulation sanguine, pas un (sauf exception pour ce qui a rapport aux cœurs lymphatiques des vertébrés ovipares) n'ait dirigé son attention sur l'innervation vasomotrice des vaisseaux lymphatiques.

» Depuis la découverte d'Aselli, en 1622, on connaissait *l'irritabilité* des vaisseaux chylifères ou lymphatiques de l'intestin. Après qu'Aselli, dès le premier jour de sa découverte, eut constaté le resserrement allant jusqu'à

la disparition des chylifères, sous l'influence de l'air, Hewsen constata le même phénomène pour les lymphatiques des oiseaux, Shelden pour les lymphatiques de la région cervicale chez le chien; enfin Tiedemann et Gmelin virent que pour les lymphatiques, comme pour les vaisseaux sanguins, une ligature provoque le resserrement du vaisseau en aval, son gonflement et sa dilatation en amont; plus tard M. Colin a fait les mêmes observations pour les lymphatiques du cheval.

» D'un autre côté, Bowmann et Todd ont vu le canal thoracique se contracter lentement sous l'influence d'un excitant mécanique, et M. Béclard a constaté depuis longtemps que l'excitant électrique produit les mêmes effets.

» Ainsi donc les vaisseaux lymphatiques se comportent vis-à-vis des excitants physiques absolument comme les vaisseaux sanguins, et, tandis que tout le monde est d'accord pour attribuer ces phénomènes de dilatation ou de resserrement vasculaire sanguin au système nerveux, personne n'a cherché s'il en est de même pour le système vasculaire lymphatique. Peut-être doit-on attribuer cet oubli à la difficulté que l'on a à observer un certain temps les lymphatiques intestinaux d'un animal en digestion et à découvrir sur le vivant les lymphatiques des autres régions

» Dans tous les cas, nous avons pensé qu'il était utile d'essayer de combler cette lacune, et nous venons brièvement exposer devant l'Académie les résultats de nos premières recherches, que nous nous réservons de continuer dans la suite.

» 1° Ayant ouvert, dans de l'eau tiède, l'abdomen d'un animal en digestion, afin d'éviter l'action de l'air et du froid sur les vaisseaux lymphatiques, et excitant alors électriquement les nerfs mésentériques, nous vîmes les chylifères, qui étaient restés gonflés, se rétrécir peu à peu et disparaître.

» 2° Sur un autre animal portant la même excitation électrique sur les nerfs splanchniques, en employant les mêmes courants à peine sensibles à la langue, nous vîmes au contraire les vaisseaux chylifères se dilater d'une façon évidente et devenir turgescents.

» 3° Après section des pneumogastriques, la même excitation des bouts périphériques de ces nerfs, tout en provoquant les mouvements péristaltiques de la première partie de l'intestin, a produit simultanément une dilatation rapide et fugace de ces vaisseaux, et ensuite un rétrécissement constant.

» 4° Nous avons voulu voir encore si les phénomènes seraient les

mêmes chez les animaux curarisés. On sait, depuis les travaux de Claude Bernard, que les pulsations des cœurs lymphatiques de la grenouille s'arrêtent lorsqu'on curarise ce batracien, en même temps que les fonctions des nerfs musculo-moteurs sont suspendues.

» Devait-il en être de même pour les vaisseaux lymphatiques? L'expérience a prouvé le contraire. Néanmoins, la curarisation a provoqué des modifications du phénomène. C'est ainsi que, tandis que l'excitation des nerfs mésentériques amenait chez l'animal intact une constriction du vaisseau lymphatique, chez l'animal curarisé, au contraire, la dilatation du vaisseau a été constante, que l'excitation fût portée sur le nerf splanchnique ou sur le nerf mésentérique.

» 5° Nous devions nous demander encore si ces changements dans le diamètre des lymphatiques n'étaient pas le résultat secondaire d'une action des nerfs excités sur la circulation sanguine de l'intestin. Nos recherches nous ont montré que les phénomènes de constriction ou de dilatation des vaisseaux lymphatiques étaient indépendants de l'état de réplétion ou de vacuité des vaisseaux sanguins.

» En effet, la section des nerfs mésentériques, en provoquant la turgescence des vaisseaux sanguins, n'empêche pas le cours normal du chyle et n'amène aucune modification dans le calibre des chylifères. La ligature des artères ne s'oppose pas non plus à la constriction ou à la dilatation des vaisseaux lymphatiques satellites chez l'animal non curarisé.

» 6° Nos recherches ne se sont pas bornées à l'étude des nerfs des chylifères, et, dans des expériences faites sur de gros animaux (âne, cheval), nous avons vu, sous l'influence de l'électrisation du bout périphérique du trijumeau (nerf sous-orbitaire), les vaisseaux lymphatiques de la lèvre supérieure devenir variqueux, et faire une saillie incolore sous la muqueuse de la lèvre supérieure.

» 7° Nous avons enfin pu reproduire, sur les lymphatiques chylifères du chien et sur le canal thoracique, l'expérience de Gubler sur les veines de la main. Un choc léger sur le vaisseau a produit un rétrécissement lent et qui s'est propagé en avant. A ce rétrécissement a fait suite une intumescence volumineuse et ovoïde, qui a duré près de trois minutes.

» Tels sont les résultats de nos premières recherches. Nous n'avons point encore essayé de circonscrire les départements innervés par chacun des deux nerfs splanchniques; nous n'avons encore aucune expérience sur les actes réflexes des vaso-moteurs lymphatiques, ni sur les lymphatiques des vertébrés inférieurs. Nous aurons également à faire ressortir le rôle des

nerfs vaso-moteurs lymphatiques dans la nutrition et leur importance au point de vue pathologique. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action chimique des différents métaux sur le cœur de la grenouille.* Note de M. CH. RICHET, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note communiquée à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCIII, 24 octobre 1881, p. 649), j'ai étudié l'action des divers chlorures métalliques sur les branchies des poissons. J'ai repris cette étude sur d'autres tissus vivants, et j'ai choisi, à cet effet, le cœur de la grenouille.

» Pour établir des expériences rigoureusement comparatives, voici comment toutes mes recherches ont été instituées. Le cœur étant mis à nu, je faisais tomber sur le ventricule quatre gouttes de la solution métallique, puis au bout de quinze minutes quatre gouttes, au bout de quinze minutes encore quatre gouttes, et en dernier lieu, au bout de quinze minutes, quatre gouttes. Une heure après le début de l'expérience, le cœur était lavé dans un courant d'eau froide, et je laissais encore s'écouler une heure. Si à ce moment, c'est-à-dire deux heures après le début de l'expérience, le cœur donne encore des systoles, si faibles qu'elles soient, j'en conclus que la solution n'est pas toxique (c'est la mesure arbitraire que j'ai choisie). J'appelle *limite de toxicité* (1) la quantité maximum de métal, rapportée à 1^{lit} d'eau, qui, au bout de deux heures d'une expérience ainsi instituée, n'a pas définitivement arrêté la contractilité du cœur.

» Tous les sels métalliques employés étaient des chlorures en solution aqueuse et parfaitement neutre. La limite de toxicité a été calculée, non pour le poids de chlorure, mais pour le poids de métal combiné. Elle est rapportée à un 1^{lit} d'eau.

Métal.	Limite de toxicité.	Poids atomique du métal.	Métal.	Limite de toxicité.	Poids atomique du métal.
Cadmium	2,4	112	Cobalt	9,5	59
Mercure (Hg″)	2,9	200	Palladium	13,5	106
Zinc	4,2	65	Baryum	15,7	137
Or	8,3	197	Calcium	21	40
Nickel	9,5	59	Fer (Fe‴)	22	56

(1) Le mot *toxicité* n'est pas tout à fait exact, car ces expériences ne sont pas comparables à celles dans lesquelles on injecte loin du cœur une substance soluble dans le tissu cellulaire. Peut-être, au demeurant, l'action chimique et l'action toxique ne sont-elles pas profondément différentes.

métal.	Limite de toxicité.	Poids atomique du métal.	Métal.	Limite de toxicité.	Poids atomique du métal.
Potassium	25	39	Didyme	45	96
Ammonium (AzH^4)..	25	18	Cérium............	94	92
Lithium	28	7	Césium............	101	133
Cuivre (Cu″).......	32	63,5	Platine............	108	197
Strontium	33	87,5	Magnésium.........	196	24
Rubidium	43	85	Sodium ([1]), plus de..	140	23

» On voit que la toxicité de ces métaux n'est pas en rapport avec leur poids atomique. Même pour les métaux d'une même famille, ce rapport n'existe pas. Ainsi le césium est moins toxique que le rubidium, le lithium et le potassium. Le rubidium est moins toxique que le lithium et le potassium. Le lithium est plus toxique que le sodium. Le palladium est plus toxique que le platine, etc.

» En comparant ce tableau avec le tableau donné précédemment, à propos de mes expériences sur les poissons, on constatera des différences assez notables. Le nickel, qui, sur les branchies des poissons, agit moins que le cuivre, le fer et le potassium, est beaucoup plus actif que ces métaux sur le cœur de la grenouille. Le cuivre, qui est si dangereux pour les branchies des poissons, est très peu toxique pour le cœur de la grenouille. C'est le contraire qu'on observe pour le calcium.

» Ainsi se trouve confirmée cette opinion, généralement admise aujourd'hui, que la toxicité relative d'une substance varie suivant le tissu avec lequel elle est en contact. La hiérarchie toxique des métaux n'est pas la même, selon qu'on envisage leur action sur le cœur de la grenouille ou les branchies des poissons.

» Parmi les chlorures métalliques, il en est qui arrêtent le cœur en systole (*poisons systoliques*), comme le baryum, le calcium, le strontium, le cérium. D'autres arrêtent le cœur en diastole, comme le potassium, le césium, le rubidium, l'ammonium, le nickel, le cobalt, le magnésium. Pour les autres, le cœur s'arrête dans un état intermédiaire à la systole et à la diastole ([2]) ».

([1]) Une solution saturée de chlorure de sodium n'abolit pas définitivement la contractilité du cœur.

([2]) Travail fait au laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les voies par lesquelles le liquide séminal et les œufs sont évacués chez l'Astérie commune.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Robin.

« Dans une Communication que je fis à l'Académie en 1867, je prétendais qu'en dehors du système des vaisseaux ambulacraires en relation avec l'extérieur par l'intermédiaire du tube hydrophore et de la plaque madréporique, il n'existe chez l'Astérie commune ni cœur, ni vaisseaux, tels que les ont admis Tiedemann et ses successeurs. Les recherches que j'ai poursuivies à diverses reprises depuis cette époque n'ont fait que me confirmer dans cette opinion. Cependant il restait à expliquer le rôle de cet ensemble de tubes vasculiformes dont l'existence est indéniable et qui est surajouté au système ambulacraire.

» Il existe effectivement, au-dessous du tégument dorsal et appliqués contre sa face interne, cinq conduits vasculiformes dont l'ensemble représente les côtés d'un pentagone. Les sommets de ce pentagone sont tangents aux septa interradiaux et, à ce niveau, une anse vasculiforme, embrassant chaque septum dans sa concavité, établit la continuité entre les branches correspondant aux côtés du pentagone.

» De ce pentagone vasculiforme, que Tiedemann considérait comme un cercle veineux dorsal, se détachent, au niveau de chaque septum, deux branches, qui s'accolent à ce dernier et se mettent en rapport avec les glandes génitales qui y sont appendues. Ce sont les seules branches vasculiformes émises par le pentagone dorsal ; celles qui, en outre, ont été décrites par Tiedemann et ses successeurs n'existent pas en réalité.

» Un examen attentif de ce pentagone vasculiforme et de ses branches génitales m'a démontré qu'il ne doit point être rapporté à une partie quelconque d'un véritable système vasculaire. Quand on vient à injecter ce système dorsal avec toutes les précautions voulues, on reconnaît que les branches génitales ne se comportent pas comme de véritables vaisseaux à l'égard des glandes sexuelles, mais qu'elles sont en communication avec l'intérieur même de la glande et de ses nombreux diverticulums aciniformes. Elles sont donc disposées comme un véritable canal excréteur de la glande génitale. Le réseau vasculiforme dorsal présente un calibre variable et en rapport avec l'activité des glandes génitales. Enfin ses parois sont pourvues de muscles et sa face interne, qui est vibratile, présente un repli sail-

lant du tissu glandulaire, dirigé suivant l'axe du tube et qu'une section transversale montre adhérent au côté libre de ce tube.

» Au niveau du septum interradial élargi qui correspond à la plaque madréporique, les conduits qui forment le pentagone dorsal débouchent dans un sac allongé, fusiforme, constitué par le septum, dont le bord libre est excavé en forme de gouttière et qui est recouvert par une membrane élastique pourvue de faisceaux musculaires disposés en arceaux plus ou moins complets. A cette partie dilatée qui s'étend de la plaque madréporique au cadre buccal adhère le tube hydrophore.

» Le sac fusiforme qui fait suite au système pentagonal est parcouru, suivant sa longueur, par une lame de couleur violacée, à surface irrégulièrement sillonnée, adhérant à sa face interne par l'un de ses bords, tandis que l'autre se roule en gouttière.

» En outre, à l'extrémité du sac fusiforme, en rapport avec les canaux du pentagone dorsal, se voient deux corps pyriformes, brunâtres, plus ou moins développés, ordinairement inégaux, à surface irrégulièrement sillonnée et que des tractus très courts rattachent à la paroi de la cavité viscérale.

» C'est l'ensemble des corps pyriformes, du sac ellipsoïdal et de la lame saillante qu'il contient que tous les auteurs considèrent comme un cœur. Cette détermination ne peut être maintenue. Le sac fusiforme n'est qu'une continuation dilatée du système pentagonal. La lame violacée qui le parcourt se relie aux deux corps pyriformes, et la première est en continuité avec le repli interne de ce même système.

» Que devient le sac fusiforme à son extrémité inférieure ou ventrale? Il débouche dans un canal annulaire, péri-oral, considéré comme un cercle artériel par Tiedemann.

» Au canal annulaire sont appendus, de manière à faire saillie dans la cavité générale, de petits corps globuleux, et qui sont disposés par paires dans les espaces interradiaux. Ces corps ont la même structure que les divers annexes glandulaires que j'ai décrits, et paraissent être les homologues des corps pyriformes et de la lame violacée qui s'y rattache. En effet, au niveau de l'abouchement du sac fusiforme avec le canal annulaire péri-oral, il n'existe qu'un seul de ces corps brunâtres; celui qui fait défaut est représenté par la bande glandulaire du sac fusiforme et les deux corps pyriformes. La structure histologique des corps brunâtres globuleux et des corps pyriformes est du reste identique.

» Dans le point où le sac fusiforme se continue avec l'anneau péri-oral,

existe un orifice très petit, fort difficile à apercevoir, qui met en rapport avec l'intérieur l'ensemble de tubes qui vient d'être décrit.

» En résumé, le prétendu cœur et les deux cercles vasculaires qu'on y a rattachés représentent l'ensemble complexe des voies génitales et des glandes annexes chez l'Astérie commune. Chez l'Astérie, comme chez les Holothuries, c'est par un pore situé dans le cadre péribuccal et non par des plaques criblées interradiales que le sperme et les œufs sont évacués au dehors. »

ZOOLOGIE. — *Distribution géographique des Coléoptères en Abyssinie.* Note de M. A. Raffray, présentée par M. Blanchard.

« L'Abyssinie, pays extrêmement montagneux et jouissant des climats les plus divers, présente aussi, dans sa faune, une variété inconnue dans les pays de plaines. Dans un premier voyage en 1873-1874, deux années de séjour sur le littoral et un second voyage dans l'intérieur en 1881, j'ai réuni de très nombreuses collections entomologiques dont l'examen m'a conduit à déterminer en Abyssinie, suivant les altitudes, quatre zones, qui sont :

» 1° La zone du littoral, depuis le niveau de la mer jusqu'à 700^m et 800^m d'altitude;

» 2° La zone des vallées et plaines basses de l'intérieur, de 1200^m à 2000^m, avec une altitude moyenne de 1400^m;

» 3° La zone des plateaux de 2000^m à 2800^m, avec une altitude moyenne de 2200^m à 2500^m;

» 4° La zone subalpine de 3300^m à 4000^m, avec une altitude moyenne de 3500^m.

» Ces différentes zones, dans lesquelles les Coléoptères sont répartis d'une façon très irrégulière, subissent encore de légères modifications suivant qu'elles appartiennent à un des trois bassins du Nil, de la mer Rouge, ou de la cuvette intérieure du lac Aoussa.

» *Première zone du littoral.* — Formée de plaines arides, souvent sablonneuses, végétation maigre, caractérisée par des Mimosas et des Térébinthes. Le thermomètre, à l'ombre, ne descend jamais au-dessous de 21° et monte jusqu'à 48° selon les saisons. Les pluies sont hivernales et très rares.

» Les Coléoptères, assez nombreux, mais peu variés, appartiennent presque exclusivement à des types sahariens. Les Ténébrionides dominent :

Zophosis, Adesmia, Mesostena, quelques *Graphipterus, Glycia,* les *Julodis arabica* et *Mniszechii.*

» *Deuxième zone des vallées et plaines basses.* — Comprend toutes les grandes vallées de l'intérieur, les plateaux inférieurs des Bogos, les plaines du Sloa, du Tembiène et des Gallas Raïas. Le sol est souvent sablonneux; la végétation, caractérisée par le Baobab et de grands Mimosas, est clairsemée. Les températures extrêmes sont de 15° à 25°. Les pluies sont estivales, peu abondantes.

» Presque tous les Coléoptères qui vivent dans cette zone appartiennent à des types sénégaliens. On remarque, parmi les Carabiques : les genres *Tefflus, Galerita, Casnonia, Calluda, Tetragonoderus, Orthogonius, Thyreopterus, Catascopus, Authia, Hypolithus, Crasodactylus.* Dans les Lamellicornes, *Heliocopris, Corythoderus, Temnorynchus, Cyphonistes, Trionychus, Adoretus,* de nombreuses Cétonides, parmi lesquelles trois espèces de Goliathides (*Goliathus Pluto,* Raffr., *Eudicella Cloë* Raffr. et *Comprocephalus horsfieldanus*). Ce dernier genre est continué dans le bassin du lac Aoussa; quelques beaux Buprestides, nombre de Malacodermes, des Anthribides, Brenthides et, parmi les Cérambycides, les genres *Cantharocnemis, Tithoes, Macrotoma, Compsomera, Phryssoma;* enfin une grande variété de Chrysomélines.

» *Troisième zone des plateaux.* — Elle comprend la majeure partie de l'Abyssinie. Le sol est le plus souvent argileux, humide, couvert d'épaisses prairies, avec une végétation arborescente fort rare, représentée par quelques Ficus et des Oliviers. Le thermomètre oscille de 10° à 25°. Les pluies sont estivales, abondantes.

» Dans cette zone, les Coléoptères appartiennent à plusieurs types différents : la plupart sont spéciaux, au moins spécifiquement; d'autres offrent quelque analogie avec Natal; d'autres enfin sont apparentés à des types de la faune circa-méditerranéenne, mais on n'y voit presque jamais de types franchement sénégaliens : ainsi presque plus de Longicornes, Buprestides, Ténébrionides et Cétonides; par contre, un nombre considérable de Lamellicornes coprophages et de Carabiques. C'est parmi ces derniers surtout que l'on trouve des analogies avec la faune de Syrie et de l'Europe méridionale : *Zuphium, Drypta, Brachinus, Siagona, Chlanius, Harpalus, Bembidium.*

» C'est exclusivement dans cette zone que vivent les Paussides, nombreux en individus et en espèces, et parmi lesquels j'ai découvert une nouvelle espèce d'un genre presque inconnu (*Hylotaurus Blanchardi,* Raffr.).

» *Quatrième zone subalpine.* — Elle est confinée tout au sud de l'Abyssi-

nie, entre 3500^{m} et 4000^{m} d'altitude, au sommet des monts Abboï Miéda et Abouna Yousef. Les arbres ont complètement disparu dans cette région et sont remplacés par une plante gigantesque (*Rhynchopetalum montanum*). Le thermomètre descend jusqu'à + 2° et monte rarement au-dessus de 10°. Le sol est généralement humide. Cette zone est la plus pauvre, mais la plus intéressante.

» Sur une trentaine d'espèces de Coléoptères que j'y ai recueillies, cinq seulement s'éloignent des formes européennes; toutes les autres semblent provenir des régions montagneuses de l'Europe tempérée.

» Ces quatre espèces sont : 1° une forme aberrante de Calosoma (*Calosoma Caraboïdes* Raffr.) ressemblant plus à un Carabus qu'aux autres espèces du genre auquel il appartient; 2° *Simogonius Beccarii*, Has., Aphodiide qui se retrouve partout en Abyssinie; 3° *Schizonycha pubescens*, Raffr., nouvelle espèce d'un genre africain, mais qui ressemble plus à un *Rhyzotrogus* d'Europe qu'à ses congénères; 4° un genre nouveau de Chrysomélines, intermédiaire entre les Gallérucides et les Alticides; 5° une nouvelle espèce du genre *Ocladius* qui remplace en Afrique les *Acalles* d'Europe. Toutes les autres espèces sont nouvelles et apparentées à des types européens. Les plus remarquables sont : *Cymindis nitida* Raffr., voisin du *cingulata* de Styrie; deux *Harpalus*, deux *Amara* très semblables aux *A. trivialis* et *nitida* d'Europe, trois *Calathus*, deux *Trechus* et deux *Bembidium* très voisins d'espèces européennes, particulièrement de la Styrie; deux *Agabus* ressemblant beaucoup à ceux qu'on trouve au sommet des montagnes de Corse. Trois Staphylinides (*Ocypus*, *Deleaster*, *Proteinus*), très voisins de congénères d'Europe; un *Ptinus* à peine distinct du *Pt. frigidus* des Alpes suisses, une nouvelle espèce du véritable genre *Cetonia* jusqu'alors exclusivement méditerranéen (*Cetonia nervula*, Raffr.); enfin, dans les Curculionides, trois *Otiorynchus* extrêmement voisins des *O. Perdix* de Styrie et *O. Noni* des Pyrénées, et un nouveau genre qui diffère fort peu de nos *Plinthus*.

» Je dois ajouter que, sur dix-huit espèces de Mollusques provenant de la même zone, M. Bourguignat, qui les a déterminées, a trouvé que neuf espèces appartenaient à des types africains et neuf espèces à des types européens. »

GÉOLOGIE. — *Mode de formation du bassin houiller de la Loire; causes qui modifient, en divers points, la nature des houilles.* Note de M. **Gruner**, présentée par M. Daubrée.

« Les bassins houillers du plateau central français, et, en général, tous les grands bassins du nord de l'Europe, sont limités, sur l'un au moins de leurs bords, par une énorme faille, dont la direction est parallèle à l'axe du bassin. Le plus souvent même on retrouve de pareilles *failles-limites* le long des deux bords opposés. Dans ce second cas, elles inclinent toujours l'une vers l'autre, de sorte que la largeur du bassin diminue avec la profondeur. Ce rétrécissement progressif se manifeste par une sorte de plissement longitudinal des couches. Serrées comme dans un étau, elles forment une voûte, dont la concavité est tournée tantôt en bas, tantôt en haut. Dans le premier cas, il en résulte le mode de dépôt connu sous le nom de bassin en forme de *fond de bateau* : c'est le cas des bassins de la Creuse et de la Loire. Dans le second cas, les couches forment une sorte de grand U renversé, ou bien une série de plis parallèles, moins larges, ayant l'ap-

parence d'une large sinusoïde. Cette dernière forme s'observe, en particulier, dans le bassin houiller de Saint-Eloi, qui va de Montaigu en Combrailles à Pontaumur, dans le Puy-de-Dôme.

» Dans les deux cas, le bassin s'est formé sous l'influence des failles-limites que je viens de mentionner.

» L'étude des dépôts houillers prouve que leur première ébauche coïn-

» Dans les bassins *simples* et *peu larges,* comme ceux de la Creuse et du Puy-de-Dôme, les choses se sont passées ainsi pendant la durée entière de la formation houillère; c'est-à-dire que l'affaissement du dépôt se fait constamment le long des mêmes failles, sauf les intervalles de repos que je viens de signaler lors de la formation de chaque nouvelle couche de houille.

» C'est le cas aussi de la portion du bassin de la Loire qui s'étend des rives du Rhône jusqu'à la Grand'Croix, située à 4^{km} au delà de Rive-de-Gier. Dans cette région, le dépôt houiller a pris la forme de fond de bateau; il incline des deux bords vers l'axe central. A la base est une puissante brèche, un véritable éboulis de roches anciennes, qui prouve la violence et la grandeur du premier affaissement, lors de l'ouverture des deux failles opposées.

» A la brèche succède le premier étage houiller, celui de Rive-de-Gier; mais alors l'affaissement cesse à Rive-de-Gier même, tandis qu'il se continue au Sud-Ouest, dans la direction de Saint-Chamond et de Saint-Étienne. En consultant la carte, on voit, en effet, que le bassin s'élargit à partir de la Grand'Croix; seulement, là aussi, l'affaissement ultérieur atteint uniquement la région voisine de la lisière sud, celle qui longe le pied du Pilat. C'est là seulement, entre Terre-Noire et Firminy, que se rencontrent les étages supérieurs. Au nord on ne rencontre aucun témoin de dépôts plus modernes; ils ne furent pas balayés après coup, ils n'y ont jamais existé.

» La limite nord des trois étages supérieurs de Saint-Étienne est nettement dessinée par trois nouvelles failles longitudinales qui ont dû s'ouvrir successivement à l'origine de chacun de ces dépôts supérieurs. C'est ainsi que l'étage inférieur de Saint-Étienne correspond au nord de Roche-la-Molière, à la faille du *Lizeron*, dont l'amplitude dépasse 500^{m}. Deux autres failles, non moins importantes, marquent les limites des étages moyen et supérieur, celle de la *République* au nord de la ville, et celle du *Gagnepetit* au sud-est. Ainsi, au lieu de la faille *unique* du sud, on rencontre au nord de Saint-Étienne, *quatre* failles successives: la première, celle de l'origine du bassin entre le terrain ancien et la brèche; puis les failles-limites des trois étages stéphanois. Par l'ensemble de ces trois dernières failles, le sous-sol ancien s'est affaissé à Saint-Étienne d'au moins 1500^{m} de plus qu'à Rive-de-Gier. Il en est résulté une série de cassures transversales, dont les plus importantes inclinent toutes de l'est à l'ouest, de Rive-de-Gier vers Saint-Etienne. Ces failles se sont ouvertes en même temps que les failles

longitudinales, et presque toujours l'affaissement dut se faire simultanément le long des deux systèmes de failles contemporaines qui se rencontrent, et se limitent en général réciproquement, sous un angle sensiblement droit.

» Le bassin acquit ainsi à Saint-Etienne une épaisseur totale de 2800m à 3000m, comprenant 25 à 30 couches de houille, dont l'épaisseur totale varie, selon les points, entre 50m et 80m.

» Ces couches sont réparties en quatre étages, dont j'avais signalé les caractères et les limites approchées, dès 1847, lors de la publication d'une première carte générale du bassin. La nouvelle carte, d'une échelle plus grande, fixe les limites d'une façon plus précise, et fait surtout ressortir l'influence des failles sur le mode de formation du bassin. Un second volume contiendra 28 planches de cartes et coupes tracées à l'échelle de $\frac{1}{5000}$.

» Ajoutons que les belles études de M. Grand'Eury ont montré que la flore se modifie avec les étages que j'avais fixés stratigraphiquement, et qu'elle passe par degrés de celle du terrain houiller *moyen* à celle du terrain permien.

» En poursuivant le bassin jusqu'à Communay, sur la rive gauche du Rhône, j'ai constaté, dès 1853, le prolongement probable du terrain houiller sous la plaine tertiaire du Dauphiné, et, dès cette époque, j'ai conseillé le percement d'une série de trous de sonde dans cette direction. On les entreprit enfin en 1880 et 1881; et déjà, sous 200m de molasse, on vient de retrouver le terrain houiller sur trois points différents de la zone qui va de Givors à la Verpillière.

» On observe d'une manière générale, et j'ai constaté d'une façon plus spéciale à Saint-Étienne, que dans une même couche la houille contient d'autant moins d'éléments volatils qu'elle provient de parties plus profondes; et, en second lieu, que le long d'une même verticale, les couches inférieures donnent des houilles moins riches en gaz que celles des niveaux supérieurs. L'influence de la chaleur centrale semble donc ici la cause essentielle des modifications subies par la substance végétale, durant les longues périodes géologiques.

» Mais j'ai constaté aussi, dans la Loire, la Creuse et le Puy-de-Drôme, que le charbon d'une couche donnée se modifie parfois, dans le sens de la direction, sans changer de niveau : ainsi, à Saint-Étienne, le long des lisières nord et ouest du bassin, les houilles sont moins riches en matières volatiles que vers la lisière sud. Cette modification est due ici à la *nature du sous-sol*, ou au voisinage d'anciennes sources *thermales*. Là où le terrain houiller

est voisin du *granite*, ou d'anciens dépôts *geysériens*, le charbon est moins riche en gaz que là où, reposant sur le *micaschiste*, il est sans relation avec les sources siliceuses de la période houillère. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1882.)

Page 602, ligne 18, 4e colonne, *au lieu de* résistance, *lisez* intensité.

Page 630, avant-dernière colonne du tableau (densité normale observée), *au lieu de* 0,4807 pour la densité du chlore, *lisez* 2,4807.

Page 643, dernière ligne, *au lieu de* 1880, *lisez* 1882.

Page 645, ligne 2, *au lieu de* $0^m,2$, *lisez* $0^m,02$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques;* par M. HERMITE.

« LXI. Soit d'abord $n = 2\nu$; je remarque que toute solution de l'équation différentielle par une fonction doublement périodique de première espèce résulte du développement

$$y = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-2}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon^2} + h_\nu,$$

et sera donnée par l'expression

$$\begin{aligned} \mathrm{F}(x) = \frac{\mathrm{D}_x^{2\nu-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu)} + h_1 \frac{\mathrm{D}_x^{2\nu-4}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-2)} + \ldots + h_{\nu-1}(k^2 \operatorname{sn}^2 x) \\ + h_\nu - h_{\nu-1} s_0 - h_{\nu-2}\frac{s_1}{3} - \ldots - h_1 \frac{s_{\nu-2}}{2\nu-3} - \frac{s_{\nu-1}}{2\nu-1}. \end{aligned}$$

» Cela étant, disposons de h de manière à avoir

$$\mathrm{F}(i\mathrm{K}' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-2}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon^2} + h_\nu + h_{\nu+1}\varepsilon^2,$$

ce qui donne la condition

$$\nu s_\nu + (\nu - 1)h_1 s_{\nu-1} + (\nu - 2)h_2 s_{\nu-2} + \ldots + h_{\nu-1} s_1 = h_{\nu+1},$$

je dis que la fonction doublement périodique

$$D_x^2 F(x) - [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h] F(x)$$

est nécessairement nulle. Si, après avoir posé $x = iK' + \varepsilon$, on la développe en effet suivant les puissances croissantes de ε, non seulement la partie principale, mais le terme indépendant disparaîtront, comme on l'a vu au § XXXV, p. 191. De ce que la partie principale n'existe pas, on conclut que la fonction est constante; enfin cette constante elle-même est nulle, puisqu'elle s'exprime linéairement et sous forme homogène par le terme indépendant de ε, et les coefficients des divers termes en $\frac{1}{\varepsilon}$.

» Soit ensuite $n = 2\nu - 1$; le développement qu'on tire de l'équation différentielle, à savoir

$$y = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu-1}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-3}} + \ldots + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon} + \ldots,$$

contenant un terme en $\frac{1}{\varepsilon}$, on doit tout d'abord le faire disparaître en posant $h_{\nu-1} = 0$, pour en déduire une fraction doublement périodique de première espèce, qui sera de cette manière

$$F(x) = -\frac{D_x^{2\nu-3}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-1)} - h_1 \frac{D_x^{2\nu-5}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2\nu-3)} - \ldots - h_{\nu-2} D_x(k^2 \operatorname{sn}^2 x).$$

Cela étant, et en nous bornant à la partie principale, on aura

$$F(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu-1}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-3}} + \ldots + \frac{h_{\nu-2}}{\varepsilon^3};$$

il en résulte que, si on laisse indéterminée la constante h, le développement de l'expression

$$D_x^2 F(x) - [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h] F(x),$$

après avoir posé $x = iK' + \varepsilon$, commencera par un terme en $\frac{1}{\varepsilon^3}$. Mais faisons $h_{\nu-1} = 0$; comme on peut écrire alors

$$F(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^{2\nu-1}} + \frac{h_1}{\varepsilon^{2\nu-3}} + \ldots + \frac{h_{\nu-2}}{\varepsilon^3} + \frac{h_{\nu-1}}{\varepsilon},$$

on voit que ce développement commencera par un terme en $\frac{1}{\varepsilon}$, qui lui-

même doit nécessairement s'évanouir, et il est ainsi prouvé que, sous la condition posée, le résultat de la substitution de la fonction $F(x)$, dans le premier membre de l'équation différentielle, ne peut être qu'une constante. J'ajoute que cette constante est nulle, le résultat de la substitution étant, comme $F(x)$, une fonction qui change de signe avec la variable. Soit donc, dans le cas de $n = 2\nu$,

$$S = \nu s_\nu + (\nu - 1) h_1 s_{\nu-1} + (\nu - 2) h_2 s_{\nu-2} + \ldots + h_{\nu-1} s_1 - h_{\nu+1};$$

puis, en supposant $n = 2\nu - 1$,

$$S = h_{\nu-1},$$

on voit que les équations

$$P = 0, \quad Q = 0, \quad R = 0, \quad S = 0$$

déterminent les valeurs de h auxquelles correspondent les quatre espèces de solutions doublement périodiques découvertes par Lamé, ces solutions ne se trouvant plus distinguées par leur expression algébrique, comme l'a fait l'illustre auteur, mais d'après la nature de leur périodicité. On voit aussi que la condition $N = 0$, d'où elles ont été tirées, se présente sous la forme

$$PQRS = 0,$$

et l'on vérifie immédiatement que le produit des quatre facteurs, dans les deux cas de $n = 2\nu$ et $n = 2\nu - 1$, est bien du degré $2n + 1$ et h, comme nous l'avons établi pour N au § XXXIX, page 480.

» Voici maintenant le procédé que j'ai annoncé pour déduire les solutions de la quatrième espèce de la solution générale.

» LXII. Je reviens à l'élément simple

$$f(x) = \frac{H'(0)\,H(x+\omega)}{\Theta(x)\,\Theta(\omega)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right](x - iK') + \frac{i\pi\omega}{2K}},$$

où λ et $\operatorname{sn}\omega$ sont des fonctions déterminées de h; je les suppose infinies l'une et l'autre pour une certaine valeur de cette constante, et je me propose de reconnaître ce que devient, lorsqu'on attribue à h cette valeur, l'expression de $f(x)$. Concevons, à cet effet, que λ soit exprimé au moyen de ω; je ferai

$$\omega = iK' + \delta,$$

ce qui donne, après une réduction facile,

$$f(x) = \frac{H'(0)\,\Theta(x+\delta)}{\Theta(x)\,H(\delta)} e^{\left[\lambda - \frac{H'(\delta)}{H(\delta)}\right](x - iK') + \frac{i\pi\delta}{2K}}.$$

Or nous avons, en développant suivant les puissances croissantes de δ,

$$\frac{H'(\delta)}{H(\delta)} = \frac{1}{\delta} - \left(s_0 - \frac{J}{K}\right)\delta - \frac{s_1\delta^3}{3} - \frac{s_2\delta^5}{5} - \ldots;$$

cela étant, pour que l'exponentielle

$$e^{\left[\lambda - \frac{H'(\delta)}{H(\delta)}\right](x - iK')}$$

soit finie lorsqu'on fera $\delta = 0$, on voit que λ doit s'exprimer de telle manière en ω qu'on ait, en supposant $\omega = iK' + \delta$,

$$\lambda = \frac{1}{\delta} + \lambda_0 + \lambda_1\delta + \ldots.$$

Cette forme de développement nous donne, en effet,

$$\lambda - \frac{H'(\delta)}{H(\delta)} = \lambda_0 + \left(\lambda_1 + s_0 - \frac{J}{K}\right)\delta + \ldots;$$

on a d'ailleurs immédiatement

$$\frac{H'(0)}{H(\delta)} = \frac{1}{\delta} + \left(s_0 - \frac{J}{K}\right)\frac{\delta}{2} + \ldots,$$

$$\frac{\Theta(x+\delta)}{\Theta(x)} = 1 + \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\delta + \ldots,$$

et nous en concluons l'expression

$$f(x) = e^{\lambda_0(x - iK')}\left(\frac{1}{\delta} + X + X_1\delta + \ldots\right),$$

où le terme indépendant de δ, qui sera seul à considérer, est

$$X = \left(\lambda_1 + s_0 - \frac{J}{K}\right)(x - iK') + \frac{i\pi}{2K} + \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}.$$

Elle fait voir que les formules, pour $n = 2\nu$ et $n = 2\nu - 1$,

$$F(x) = -\frac{D_x^{2\nu-1}f(x)}{\Gamma(2\nu)} - h_1\frac{D^{2\nu-3}f(x)}{\Gamma(2\nu-2)} - \ldots - h_{\nu-1}D_x f(x),$$

puis

$$F(x) = +\frac{D_x^{2\nu-2}f(x)}{\Gamma(2\nu-1)} + h_1\frac{D^{2\nu-4}f(x)}{\Gamma(2\nu-3)} + \ldots + h_{\nu-1}f(x),$$

contiennent chacune un terme en $\frac{1}{\delta}$, qui est, pour la première,

$$-e^{\lambda_0(x-iK')}\left[\frac{\lambda_0^{2\nu-1}}{\Gamma(2\nu)} + h_1\frac{\lambda_0^{2\nu-3}}{\Gamma(2\nu-2)} + \ldots + h_{\nu-1}\lambda_0\right],$$

et dans la seconde

$$e^{\lambda_0(x-iK')}\left[\frac{\lambda_0^{2\nu-2}}{\Gamma(2\nu-1)}+h_1\frac{\lambda_0^{2\nu-4}}{\Gamma(2\nu-3)}+\ldots+h_{\nu-1}\right].$$

est donc nécessaire, afin d'obtenir des quantités finies en faisant $\delta = 0$, que λ_0 satisfasse à ces équations :

$$\frac{\lambda_0^{2\nu-1}}{\Gamma(2\nu)}+h_1\frac{\lambda_0^{2\nu-3}}{\Gamma(2\nu-2)}+\ldots+h_{\nu-1}\lambda_0=0,$$
$$\frac{\lambda_0^{2\nu-2}}{\Gamma(2\nu-1)}+h_1\frac{\lambda_0^{2\nu-4}}{\Gamma(2\nu-3)}+\ldots+h_{\nu-1}=0.$$

Cela étant, les expressions de $F(x)$ se transforment de la manière suivante.

» Soit, en général,

$$f(x)=e^{\lambda x}X,$$

en désignant par λ et X une constante et une fonction quelconques. On voit aisément que la quantité

$$AD_x^n f(x)+A_1 D_x^{n-1}f(x)+\ldots+A_n f(x),$$

si l'on admet la relation

$$A\lambda^n+A_1\lambda^{n-1}+\ldots+A_n=0,$$

s'exprime, au moyen de la nouvelle fonction

$$f_1(x)=e^{\lambda x}D_x X,$$

par la formule

$$AD_x^{n-1}f_1(x)+(A\lambda+A_1)D_x^{n-2}f_1(x)+\ldots$$
$$+(A\lambda^{n-1}+A_1\lambda^{n-2}+\ldots+A_{n-1})f_1(x).$$

» Dans le cas auquel nous avons été conduit, on aura

$$f_1(x)=e^{\lambda_0(x-iK')}(\lambda_1+s_0-k^2\,\mathrm{sn}^2 x),$$

et nous obtenons par conséquent pour $F(x)$ le produit, par l'exponentielle $e^{\lambda_0 x}$, d'une fonction doublement périodique de première espèce, composée linéairement avec les dérivées de $\mathrm{sn}^2 x$. L'analyse précédente, en établissant l'existence de ce genre de solutions de l'équation différentielle, les rattache aux valeurs de h qui rendent à la fois infinies les constantes λ et $\mathrm{sn}\,\omega$; on voit aussi que, dans le cas particulier où λ_0 est nul, elles donnent bien les fonctions que je me suis proposé de déduire de la

solution générale. Mais revenons à la première forme qui a été obtenue au moyen de la fonction

$$f(x) = e^{\lambda_0(x-iK')}\left(\frac{1}{\delta} + X + X_1\delta + \ldots\right).$$

» Le terme $\frac{e^{\lambda_0(x-iK')}}{\delta}$ disparaissant, comme nous l'avons vu dans l'expression de $F(x)$, on a plus simplement à la limite, pour $\delta = 0$,

$$f(x) = e^{\lambda_0(x-iK')}X.$$

» Cela étant, il est facile d'obtenir le développement de cette fonction, lorsqu'on fait $x = iK' + \varepsilon$, et d'avoir ainsi les quantités qui remplacent, dans le cas présent, les coefficients désignés en général par H_0, H_1, etc. Nous avons en effet, pour $x = iH' + \varepsilon$,

$$X = \left(\lambda_1 + s_0 - \frac{J}{K}\right)\varepsilon + \frac{H'(\varepsilon)}{H(\varepsilon)} = \frac{1}{\varepsilon} + \lambda_1\varepsilon - \frac{s_1\varepsilon^3}{3} - \frac{s_2\varepsilon^5}{5} - \ldots.$$

Multiplions par $e^{\lambda_0\varepsilon}$ les deux membres, et soit

$$e^{\lambda_0\varepsilon}X = \frac{1}{\varepsilon} + S_0 + S_1\varepsilon + \ldots + S_i\varepsilon^i,$$

nous aurons

$$S_0 = \lambda_0,$$
$$S_1 = \frac{\lambda_0^2}{1.2} + \lambda_1,$$
$$S_2 = \frac{\lambda_0^3}{1.2.3} + \lambda_1\lambda_0,$$
$$S_3 = \frac{\lambda_0^4}{1.2.3.4} + \lambda_1\frac{\lambda_0^2}{1.2} - \frac{s_1}{3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

S_i étant, en général, un polynôme du degré $i+1$ en λ_0, où n'entrent que des puissances impaires ou des puissances paires, suivant que l'indice est pair ou impair. Les conditions données au § XXXV (p. 191) conduisent donc, dans les deux cas de $n = 2\nu$, $n = 2\nu - 1$, en y joignant l'équation en λ_0 précédemment trouvée, à ces trois relations

$$\frac{\lambda_0^{2\nu-1}}{\Gamma(2\nu)} + h_1\frac{\lambda_0^{2\nu-3}}{\Gamma(2\nu-2)} + \ldots + h_{\nu-1}\lambda_0 = 0,$$
$$S_{2\nu-1} + h_1 S_{2\nu-3} + h_2 S_{2\nu-5} + \ldots + 2h_{\nu-1}S_1 + h_\nu = 0,$$
$$2\nu S_{2\nu} + (2\nu-2)h_1 S_{2\nu-2} + (2\nu-4)h_2 S_{2\nu-4} + \ldots + 2h_{\nu-1}S_2 = 0,$$

orsque l'on suppose $n = 2\nu$, puis

$$\frac{\lambda_0^{2\nu-2}}{\Gamma(2\nu-1)} + h_1 \frac{\lambda_0^{2\nu-4}}{\Gamma(2\nu-3)} + \ldots + h_{\nu-1} = 0,$$

$$S_{2\nu-2} + h_1 S_{2\nu-4} + h_2 S_{2\nu-6} + \ldots + h_{\nu-1} S_0 = 0,$$

$$(2\nu-1)S_{2\nu-1} + (2\nu-3)h_1 S_{2\nu-3} + \ldots + h_{\nu-1} S_1 - h_\nu = 0$$

pour $n = 2\nu - 1$. Elles donnent le moyen d'obtenir directement, et sans supposer la connaissance de la solution générale, les trois quantités λ_0, λ_1 et h. Elles montrent aussi qu'on peut faire en particulier $\lambda_0 = 0$; on aura alors

$$S_{2i} = 0, \quad S_1 = \lambda_1, \quad S_{2i+1} = -\frac{s_i}{2i+1};$$

cela étant, dans le cas de $n = 2\nu$, la première et la troisième équation sont satisfaites d'elles-mêmes ; la deuxième, devenant

$$-\frac{s_{\nu-1}}{2\nu-1} - h_1 \frac{s_{\nu-2}}{2\nu-3} - h_2 \frac{s_{\nu-3}}{2\nu-5} + \ldots + h_{\nu-1}\lambda_1 + h_\nu = 0,$$

ne détermine que λ_1. Il est donc nécessaire de recourir à l'une des relations en nombre infini qui ont été données au § XXXVI (p. 373), sous ces formes :

$$\mathfrak{H}_i = 0, \quad \mathfrak{H}_{2i} = h_{i+\nu}, \quad \mathfrak{H}_{2i+2\nu+1} = C h'_i.$$

» La plus simple est

$$\mathfrak{H}_2 = h_{\nu+1},$$

ou bien

$$\nu(2\nu+1)H_{2\nu+1} + (\nu-1)(2\nu-1)h_1 H_{2\nu-1} + (\nu-2)(2\nu-3)h_2 H_{2\nu-3} + \ldots + 3h_{\nu-1} H_3 + h_{\nu+1} = 0,$$

et nous en tirons immédiatement

$$-\nu s_\nu - (\nu-1)h_1 s_{\nu-1} - (\nu-2)h_2 s_{\nu-2} - \ldots - h_{\nu-1} s_1 + h_{\nu+1} = 0,$$

ce qui est l'équation en h précédemment trouvée.

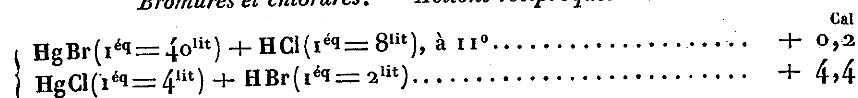
» En dernier lieu et pour le cas de $n = 2\nu - 1$, nos trois relations se trouvent vérifiées si l'on fait $h_{\nu-1} = 0$; on retrouve donc encore par cette voie le résultat auquel nous étions parvenu. »

THERMOCHIMIE. — *Doubles décompositions des sels haloïdes du mercure. — Conclusions;* par M. **Berthelot**.

Cyanures et autres sels haloïdes.

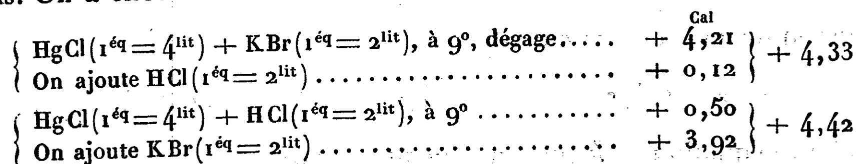
« Ainsi, les principes thermochimiques, interprétés dans leur sens rigoureux, c'est-à-dire en tenant compte de tous les composés (sels doubles et sels acides) susceptibles de se former dans les conditions de l'expérience, et de la grandeur respective de leurs chaleurs de formation, expliquent de la façon la plus précise et la plus minutieuse les déplacements réciproques entre les acides cyanhydrique, iodhydrique et bromhydrique unis aux oxydes de mercure et de potassium. Ils rendent très clairement compte de ces résultats inverses et en apparence contradictoires : tels que la précipitation de l'iodure de mercure, lors du mélange de l'iodure de potassium avec les chlorure et bromure de mercure, ou bien lors du mélange de l'acide iodhydrique avec les chlorure, bromure et même cyanure de mercure étendus, pris à équivalents égaux, opposée à l'absence de précipitation du cyanure de mercure par l'iodure de potassium, et à la redissolution de l'iodure de mercure par le cyanure de potassium.

Bromures et chlorures. — Actions réciproques des acides.



	Cal
$HgBr(1^{éq}=40^{lit}) + HCl(1^{éq}=8^{lit})$, à 11°	+ 0,2
$HgCl(1^{éq}=4^{lit}) + HBr(1^{éq}=2^{lit})$	+ 4,4

» La différence $4,4 - 0,2 = 4,2$, égale sensiblement $13,7 - 9,7 = 4,0$. Le chiffre $+ 0^{Cal},2$ ne surpasse pas la limite d'erreur pour de telles dilutions. On a encore



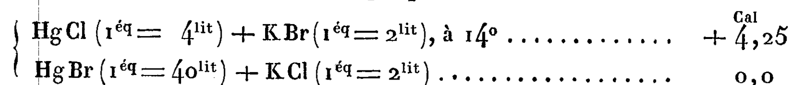
	Cal	
$HgCl(1^{éq}=4^{lit}) + KBr(1^{éq}=2^{lit})$, à 9°, dégage.....	+ 4,21	+ 4,33
On ajoute $HCl(1^{éq}=2^{lit})$	+ 0,12	
$HgCl(1^{éq}=4^{lit}) + HCl(1^{éq}=2^{lit})$, à 9°	+ 0,50	+ 4,42
On ajoute $KBr(1^{éq}=2^{lit})$	+ 3,92	

» Ainsi l'acide bromhydrique déplace à peu près complètement l'acide chlorhydrique vis-à-vis de l'oxyde de mercure, conformément aux prévisions thermiques et sans aucune précipitation. Un mélange de bromure de potassium et d'acide chlorhydrique se comporte, sous ce rapport, comme équivalent à l'acide bromhydrique.

» Cependant un partage serait possible, si la formation simultanée

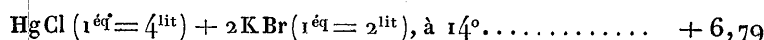
des deux sels acides, tels que HgCl, HCl et HgBr,HBr, rapportée à l'état solide, pouvait dégager une quantité de chaleur supérieure à la différence $15^{Cal},4 - 11^{Cal},0 = 4^{Cal},4$ des chaleurs de formation des sels neutres. Or c'est là une supposition qui n'a rien d'invraisemblable, attendu la chaleur de formation des sels acides, même dilués : $+1^{Cal},7 + 0^{Cal},5 = +2^{Cal},2$, chiffre qui doit être multiplié par le rapport inverse de la fraction non dissociée, à laquelle il répond. De tels sels, d'ailleurs, ne sauraient intervenir que d'après cette fraction même, qui est minime, au moins pour le chlorure de mercure.

Actions réciproques des sels.

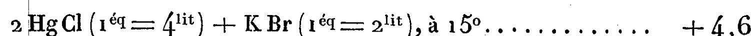

$\left\{ \begin{array}{l} \text{HgCl}\ (1^{éq} = 4^{lit}) + \text{KBr}\ (1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{à}\ 14^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +\overset{Cal}{4},25 \\ \text{HgBr}\ (1^{éq} = 40^{lit}) + \text{KCl}\ (1^{éq} = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 0,0 \end{array} \right.$

» Or, à cette température, la transformation totale du premier système dans le second exige : $13,7 - 9,5 = +4,2$; ce qui concorde.

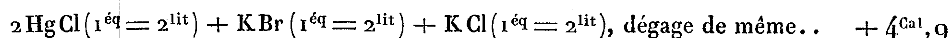
» De même, HgBr cristallisé se dissout dans KCl ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 14°, en absorbant $-1,6$; au lieu de $-1,7$ dans l'eau pure. Soit maintenant le mélange $\text{HgBr} = 40^{lit} + \text{KCl} = 2^{lit}$; ajoutons 3KCl dissous : il se produit un dégagement de chaleur $(+0,45)$, indice d'un sel double, appuyé par ceci que le bromure de mercure est beaucoup plus soluble (dix fois au moins) dans la solution précédente de KCl que dans l'eau pure.


$\text{HgCl}\ (1^{éq} = 4^{lit}) + 2\text{KBr}\ (1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{à}\ 14^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +6,79$

Ceci répond bien à la formation du bromure de mercure, suivie de celle du bromure double $(+4,2 + 2,5 = +6,7)$. Au contraire :


$2\text{HgCl}\ (1^{éq} = 4^{lit}) + \text{KBr}\ (1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{à}\ 15^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +4,6$

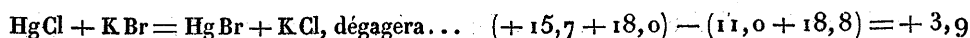
double échange et chlorure double : $+4,2 + 0,4 = 4,6$.


$2\text{HgCl}\ (1^{éq} = 2^{lit}) + \text{KBr}\ (1^{éq} = 2^{lit}) + \text{KCl}\ (1^{éq} = 2^{lit})$, dégage de même.. $+4^{Cal},9$

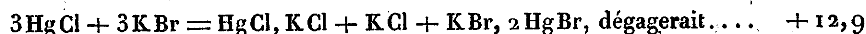
Le calcul donne, pour la formation du bromure de mercure et celle du chlorure double : $+4,2 + 0,43 = +4,63$.

» Tous ces chiffres concourent à établir la double décomposition presque totale du chlorure de mercure par le bromure de potassium, dans les dissolutions faites à équivalents égaux : double décomposition prévue par la théorie thermique, mais contraire à l'ancienne opinion de la thermoneutralité saline des solutions, aussi bien qu'à celle d'un partage égal entre les deux acides (théorie véritable de Berthollet).

» Cependant un certain partage est rendu possible par la formation simultanée de deux sels doubles, mais seulement dans la proportion où ils existeraient pris isolément. En effet, rapportons toutes les réactions à l'état solide, comme à un terme de comparaison plus rigoureux,

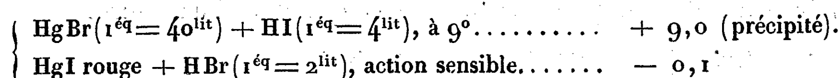

HgCl + KBr = HgBr + KCl, dégagera... $(+15,7 + 18,0) - (11,0 + 18,8) = +3,9$

valeur peu différente de l'état dissous $(+4,2)$, mais telle que la formation des sels doubles puisse renverser la réaction; dans l'état solide


3HgCl + 3KBr = HgCl, KCl + KCl + KBr, 2HgBr, dégagerait.... $+12,9$

ce qui surpasse $+11,7$, répondant à la double décomposition totale. Le partage est donc possible, et même les deux tiers acquerraient la forme du bromure de mercure, et un tiers la forme du chlorure de mercure, si les sels doubles prenaient naissance en totalité. Mais ces sels ne peuvent, je le répète, exister dans les dissolutions complexes, au delà de la dose qui répond à leur dissociation, envisagée isolément : c'est donc le degré de leur dissociation qui réglera le partage, partage accessoire dès lors, mais attesté par le dégagement de chaleur que produit un excès de chlorure de potassium.

Bromures et iodures. — Actions réciproques des acides.


HgBr ($1^{\text{éq}} = 40^{\text{lit}}$) + HI ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$), à 9°.......... $+9,0$ (précipité).
HgI rouge + HBr ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$), action sensible....... $-0,1$

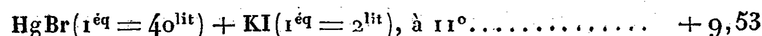
» La réaction totale, avec formation de HgI, exigerait $+9,3$; chiffre qui ne s'écarte de $9,0 + 0,1 = 9,1$, guère au delà des limites d'erreur propres à des solutions aussi diluées. Cependant la seconde réaction montre qu'il y a quelque indice de réaction inverse, dû à la formation des sels acides.

» En présence d'un excès d'acide iodhydrique, ce dernier redissout l'iodure de mercure, sans partage sensible.


HgBr cristallisé + 2HI, à 9°, dégage.................. $+10,3$

» Calcul : $9,3 + 2,8 - 1,7$ (chal. de dissol. de HgBr) $= +10,4$.

Actions réciproques des sels.


HgBr ($1^{\text{éq}} = 40^{\text{lit}}$) + KI ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$), à 11°.............. $+9,53$

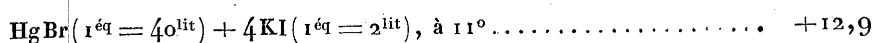
» Échange à peu près total. Calcul : $+23,2 - 13,7 = +9,5$.

» Cependant il y a en réalité un léger partage. En effet, HgI rouge

broyé avec $KBr(1^{éq} = 2^{lit})$ donne lieu à un iodobromure insoluble orangé, en même temps que la liqueur dissout lentement un peu d'iodure de mercure (ou plutôt de bromure de mercure et d'iodure de potassium, sous forme de sels doubles). De même,

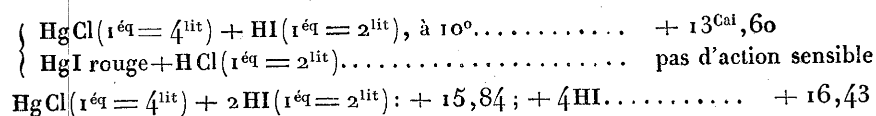

$2HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$, dégage..... $+17,7$

c'est-à-dire la quantité qui résulterait de la somme des deux actions simples. Mais il se forme un iodobromure orangé, insoluble, et une dose notable d'iodure de mercure (ou plutôt de sels doubles correspondants) demeure dissoute. Or, la dissolution de ces sels doubles répond à une certaine absorption de chaleur; si donc ils avaient été entièrement séparés sous forme solide, on aurait obtenu un chiffre supérieur à la somme des deux réactions simples. Ce partage cesse d'être appréciable en présence d'un excès d'iodure de potassium, qui dissout tout :


$HgBr(1^{éq} = 40^{lit}) + 4KI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°.................... $+12,9$

» Calcul : $+23,2 + 2,9 - 13,6 = 12,4$.

Iodures et chlorures. — Actions réciproques des acides.

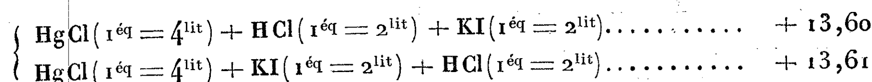

{ $HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + HI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 10°........... $+13^{Cal},60$
{ HgI rouge $+ HCl(1^{éq} = 2^{lit})$...................... pas d'action sensible

$HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + 2HI(1^{éq} = 2^{lit})$: $+15,84$; $+4HI$........... $+16,43$

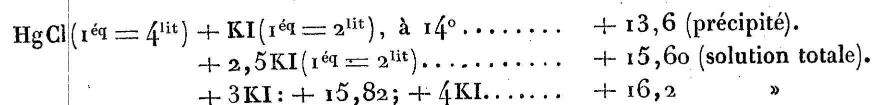
» Ces chiffres montrent que, si l'on opère à équivalents égaux, l'acide iodhydrique déplace en totalité, ou sensiblement, l'acide chlorhydrique vis-à-vis de l'oxyde de mercure. Calcul : $23,2 - 9,7 = +13,5$.

» Avec un excès d'acide iodhydrique, l'iodure se dissout et forme un sel acide : avec 4HI, calculé et trouvé : $+16,4 - 13,6 = +2,8$.

» HgI dissous dans $4HI(1^{éq} = 2^{lit})$, si l'on y ajoute $HCl(1^{éq} = 2^{lit})$: 0,0, KI et HCl mélangés équivalent à HI :


{ $HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + HCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$........... $+13,60$
{ $HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit}) + HCl(1^{éq} = 2^{lit})$........... $+13,61$

Actions réciproques des sels.

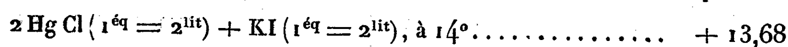

$HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 14°........ $+13,6$ (précipité).
$+2,5KI(1^{éq} = 2^{lit})$........... $+15,60$ (solution totale).
$+3KI$: $+15,82$; $+4KI$...... $+16,2$ »

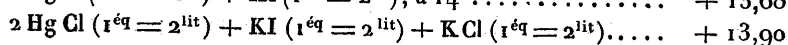
» Le premier chiffre montre un déplacement total, ou sensiblement, de

l'acide chlorhydrique par l'acide iodhydrique. Ce phénomène donne lieu à un précipité, et il est exactement le même qu'avec l'acide bromhydrique, qui n'en produit pas. Le caractère commun des deux réactions, c'est la prépondérance thermique qui les détermine.

» Les autres nombres concordent avec la formation ultérieure de l'iodure double de mercure et de potassium, formation plus prépondérante encore, bien qu'elle soit accompagnée par la redissolution du précipité.

» Les réactions suivantes concordent avec les mêmes interprétations :


$2\,HgCl\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KI\,(1^{éq} = 2^{lit})$, à 14° .... $+ 13,68$


$2\,HgCl\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KI\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KCl\,(1^{éq} = 2^{lit})$ ..... $+ 13,90$

» Dans le dernier cas, il se forme des chlorures doubles $(+ 0,4)$. Calcul : $13,6 + 0,4 = 14,0$.

» La longue et méthodique étude des doubles décompositions entre les sels haloïdes du mercure, les hydracides et les sels du potassium, que e viens de développer, conduit à des conclusions très simples et très générales :

» *En présence des hydracides :*

» 1° L'acide qui dégage le plus de chaleur s'unit de préférence avec l'oxyde de mercure, et cela indépendamment de toute considération de force prétendue (acide cyanhydrique), comme de toute solubilité (chlorure de mercure et acides bromhydrique ou cyanhydrique) ou insolubilité (acide iodhydrique).

» 2° Cette réaction est totale, s'il ne se forme pas de composés secondaires, sels acides, hydrates acides, sels doubles, ces corps étant, en outre, tels que leur chaleur de formation compense l'inégalité des chaleurs de neutralisation ; ce qui ne paraît pas avoir lieu lorsqu'on oppose les acides iodhydrique et chlorhydrique étendus.

» 3° Au contraire, il y a partage, lorsque la chaleur de formation des composés secondaires surpasse la différence des chaleurs de neutralisation :

» Soit en raison de la chaleur de formation des hydrates acides, les liqueurs renfermant quelque dose d'acide anhydre (décomposition du cyanure de mercure par l'acide chlorhydrique concentré) ;

» Soit en raison de la chaleur de formation des sels acides (acides bromhydrique et cyanhydrique, page 678) ; dans ce cas, les deux réactions inverses se limitent l'une l'autre, parce que les sels acides sont en partie dissociés et qu'ils ne peuvent se former dans une réaction, au delà de la dose où ils existeraient isolément en présence de l'eau ;

» Soit enfin en raison de la chaleur de formation des sels doubles ; ce qui donne lieu à la même remarque.

» Le partage est régi par des lois différentes, suivant qu'il donne naissance uniquement à des corps solubles, ou bien à des précipités; car dans le premier cas l'action dépend du rapport des poids totaux mis en présence; tandis que dans l'autre cas elle dépend des rapports qui existent au contact de la liqueur et du précipité, d'après les règles posées par M. Ditte, et conformément au principe des surfaces de séparation (*Essai de Méc. chimique*, t. II, p. 96 et 101).

» *En présence des sels alcalins*, les mêmes notions règlent les réactions.

» 4° Le système qui dégage le plus de chaleur se forme de préférence, qu'il s'agisse de corps dissous, ou qu'il s'agisse de corps insolubles. C'est-à-dire que les lois de Berthollet sont tantôt vérifiées, tantôt absolument contredites : suivant que leurs prévisions sont conformes ou contraires aux principes thermochimiques. Les réactions exercées par les cyanures en particulier fournissent à cet égard les vérifications les plus décisives.

» 5° Dans un grand nombre de cas, le système qui dégage le plus de chaleur est tel que chacun des deux acides s'unisse de préférence à la base avec laquelle il dégage le plus de chaleur (cyanure de potassium et chlorure de mercure). Mais ce n'est pas là une règle absolue; car la chaleur de formation des sels doubles peut compenser l'inégalité thermique résultant de la seule formation des sels simples; ce que montre la réaction du cyanure de potassium sur l'iodure de mercure, réaction d'autant plus caractéristique qu'elle met en évidence la redissolution d'un précipité, opérée en vertu de la tendance au maximum thermique.

» 6° Les réactions, ici encore, tendent à devenir totales (cyanure de potassium et chlorure de mercure), toutes les fois que la chaleur de formation des sels doubles n'est pas suffisante pour compenser l'inégalité thermique résultant de l'échange direct des acides et des bases.

» 7° Au contraire, si cette chaleur de formation est suffisante, il y a un partage, limité comme toujours par le degré de dissociation des divers sels doubles coexistant dans les liqueurs.

» Ces conclusions traduisent jusque dans les derniers détails, et avec le contrôle précis des résultats numériques, l'étude des doubles décompositions des sels mercuriques; elles écartent toute hypothèse de coefficients affinitaires spécifiques, et elles sont conformes de tous points aux principes établis dans mon *Essai de Mécanique chimique*. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur l'emploi des superphosphates sur les sols calcaires du sud-est de la France;* par M. DE GASPARIN.

« L'emploi des superphosphates comme engrais complémentaire, depuis longtemps énorme en Angleterre, et qui se développe chaque jour dans l'ouest de la France, a été jusqu'à ces derniers temps à peu près nul dans la région calcaire du Sud-Est. Depuis deux ou trois ans, cette réserve tend à disparaître ; ce qui est plus concluant que des expériences limitées, les agriculteurs ont reconnu l'action spéciale de cet engrais, même dans des terrains qui renferment 40 pour 100 de carbonate de chaux, et la vente augmente dans une proportion qui encourage la fabrication et malheureusement aussi la fraude. L'expérience a déjà démontré aux paysans que l'emploi des superphosphates était inefficace dans les terres soumises au labour, ce qui est d'accord avec la théorie qui indique une neutralisation rapide dans les sols calcaires. Les arrosages abondants ou de grandes pluies qui suivent l'application de l'engrais en détruisent également l'efficacité, en lavant et entraînant les sels solubles. Mais l'application des superphosphates, à la dose de 700 à 800^{kg} par hectare, à des prairies naturelles ou artificielles, répandus à la volée, et suivie d'une très petite pluie, ou plus simplement de rosées, condition facile à prévoir, augmente le rendement en fourrages d'une quantité dont la valeur est très supérieure au prix de l'engrais.

» Sans doute les questions d'équilibre agricole ne sont pas encore résolues; il faudra songer aussi aux éléments dont l'acide phosphorique aura précipité la consommation ; mais il n'est pas douteux que dans une région où les engrais concentrés, et notamment les tourteaux d'huileries, sont employés en quantité très considérable, on n'arrive rapidement à établir les conditions pratiques de l'équilibre.

» Ce mouvement agricole, malgré les travaux considérables de chimistes distingués, parmi lesquels il faut citer MM. Barral et Dehérain, travaux qui semblaient me condamner au silence sur cette question spéciale; ce mouvement, dis-je, d'une part, et d'autre part les requêtes de mes voisins de campagne, m'ont engagé à examiner de plus près les superphosphates livrés au commerce. C'est cet examen que je veux soumettre à l'Académie, sans indiquer aucune origine, ne voulant sous aucun prétexte mêler à mes observations aucune étiquette commerciale.

» J'avais analysé, il y a déjà plusieurs années, des phosphates naturels, en grand nombre, et je rappelle ceux qui sont plus particulièrement em-

ployés à la fabrication dans notre région. En voici les éléments principaux, sur 100 parties :

	Tavel (Gard).	Figeac.
Silicates inattaquables..........	8,420	8,040
Acide phosphorique	16,836	15,616
Chaux....................	25,750	26,574
Fer dosé en sesquioxyde.......	31,500	42,770

» Le phosphate de Tavel était très carbonaté; celui de Figeac très peu; ils ne contenaient l'un et l'autre que des traces de magnésie et très peu d'alumine. Cependant le phosphate de Figeac a donné 2,40 pour 100 d'alumine attaquable. J'étais curieux de savoir ce que devenait cette énorme proportion d'oxyde de fer attaquable dans le traitement sulfurique.

» Voici maintenant l'analyse du superphosphate tel que je l'ai fait prendre chez un détaillant. Dans cette analyse, j'ai épuisé le superphosphate par l'eau distillée aiguisée d'acide azotique, afin d'avoir des dosages à peu près complets, ce que j'appellerai volontiers l'analyse élémentaire de l'engrais sur 100 parties :

Insoluble calciné.....................	29,72
Acide phosphorique anhydre..........	11,71
Acide sulfurique anhydre...............	18,00
Chaux..............................	10,30
Magnésie...........................	0,12
Sesquioxyde de fer....................	9,70
Alumine............................	3,25
Eau évaporée à 80°C..................	10,70
Reste pour eau combinée..............	6,50
	100,00

» Comment le fer était-il engagé? Il fallait recourir pour cela à l'analyse immédiate; j'ai donc traité l'engrais, 1° par l'eau distillée pure, 2° par l'alcool absolu étendu de 2^{vol} d'eau. Ces solutions m'ont donné les résultats suivants :

	Solution nitrique.	Eau distillée.	Alcool affaibli.
Acide phosphorique.........	11,70	9,80	9,50
Acide sulfurique............	18,00	2,10	1,07
Sesquioxyde de fer..........	9,70	5,95	1,90
Chaux....................	10,30	0,18	0,00

» Les conclusions suivantes ressortent évidemment de cette comparaison,

en remarquant que le superphosphate, chauffé à 80°C. seulement, exhalait une forte odeur acétique.

» 1° Sur 12 parties d'acide phosphorique, 2 parties sont engagées à l'état de phosphates insolubles dans l'eau.

» 2° 10 parties d'acide phosphorique sur 12 sont à l'état de phosphate trihydraté, la disparition complète de la chaux et la réduction considérable du fer dissous n'altérant pas sensiblement le dosage de l'acide.

» 3° La chaux et une partie du fer sont à l'état de sulfates; et si l'on admet que les sulfates de fer sont insolubles dans l'alcool affaibli, il faut admettre aussi 1 partie d'acide sulfurique libre sur 18, et la dissolution du fer dans un acide pyroligneux qui aurait été introduit par le fabricant dans le mélange dans un but que je ne veux pas rechercher aujourd'hui.

» 4° Les effets agricoles observés sont dus à l'acide phosphorique trihydraté qui, par la manière dont il est empâté, sous l'influence d'une faible dose d'humidité superficielle, se répartit uniformément sur la surface de la prairie et entre immédiatement en activité.

» Je me propose de tirer très prochainement des conséquences pratiques de cette étude. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Lettre de* N. Fuss *sur les grands objectifs, trouvée par M.* Truchot *dans les papiers du conventionnel Romme*, présentée par M. Faye.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, pour ses archives, la copie d'une Lettre que M. Truchot, professeur de la Faculté de Clermont-Ferrand, vient de trouver dans les papiers du conventionnel Romme, de Riom, dont il fait, en ce moment, le dépouillement.

» On sait que Romme, à qui nous devons le calendrier républicain intéressant à plus d'un titre, était un homme fort instruit qui avait passé une partie de sa vie en Russie, avant de venir prendre part aux événements de la Révolution. Il en avait rapporté des documents scientifiques, entre autres une Lettre de N. Fuss, membre éminent de l'Académie de Saint-Pétersbourg, sur la construction des grands objectifs.

» Cette Lettre était adressée à un Ministre qui désirait doter son pays de puissants instruments d'observation, et qui avait consulté Fuss à ce sujet. On sait que c'est là une préoccupation constante du Gouvernement russe; elle s'est successivement traduite par l'acquisition du colosse optique de Dorpat (une lunette de Fraunhofer de 9 pouces d'ouverture qui, entre

les mains de W. Struve, a produit de beaux résultats), puis par la construction de la grande lunette de Poulkowa, de 14 pouces; enfin par la commande toute récente d'un objectif de 30 pouces que M. O. Struve vient de faire, au nom du Gouvernement russe, à M. Feil, à Paris, et à A. Clarke, aux États-Unis. Celui-ci dépassera tout ce qu'on a exécuté dans ces derniers temps. Les astronomes applaudissent à cette noble ambition, de toujours porter aux limites du possible les moyens d'investigation du ciel. Ils liront avec intérêt la Lettre de Nicolas Fuss, qui pose les limites qu'on pouvait certainement atteindre de son temps, et donne les calculs précis, par les méthodes d'Euler, d'un objectif triple, de 16 pouces de diamètre, à court foyer, avec six oculaires fort bien conçus.

» Romme avait probablement pris cette Lettre avec lui dans l'intention de provoquer en France l'émulation de nos opticiens, mais les événements dont il a été victime ont fait oublier cette tentative; elle n'a été reprise que plus tard, par nos éminents artistes Cauchoix et Lerebours père, qui auraient été heureux sans doute de consulter l'excellente Lettre de Fuss, si elle n'était restée enfouie dans les papiers de famille du conventionnel. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Théorie explicative du régime climatologique observé en France sur le littoral océanien, depuis 1880, et de la disparition de la sardine sur ce littoral depuis la même époque.* Mémoire de M. A. BLAVIER. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Daubrée, Janssen, Mouchez.)

« Depuis l'hiver si rigoureux de 1879-1880, le régime météorologique des côtes de l'océan Atlantique, en France, paraît avoir subi une importante modification. Dans la même période, une perturbation a été signalée dans la migration des poissons voyageurs de l'Atlantique. Ces phénomènes ont-ils entre eux une liaison, et quelle en peut être la cause?

» Les vents dominants de notre région océanienne, de novembre à février, sont régulièrement les vents bas du sud-ouest, qui, arrivant sur nos côtes saturés de vapeur par le fait de leur passage sur l'Atlantique, ont pour conséquence un climat tempéré et humide, très différent de celui qui règne à la même latitude dans l'Amérique du Nord. La moyenne générale de la température, pendant ces quatre mois, se maintient entre 4° et 9°C., et le thermomètre s'abaisse rarement au-dessous de 5° ou 6° de froid ; la

neige est un accident passager, les pluies sont abondantes, et souvent accompagnées de bourrasques, dont l'arrivée sur les côtes de France peut être annoncée par le Bureau météorologique de New-York, avec une précision remarquable; le baromètre accuse de basses pressions.

» Tels sont, dans notre région de l'Ouest, les caractères généraux des hivers qui ont précédé celui de 1879-1880, si remarquable, au contraire, par la prédominance des vents du nord-est, par l'abaissement excessif et prolongé de la température, par la faible quantité de pluie tombée, par la grande élévation barométrique, l'absence de bourrasques et le calme extraordinaire de l'atmosphère.

» Nous retrouvons, dans l'hiver 1881-1882, dont nous touchons le terme, avec une intensité plus grande encore, ces caractères de haute pression barométrique et de calme atmosphérique, que ne peut troubler aucune des bourrasques annoncées d'Amérique, parce qu'elles se dirigent toutes vers les régions les plus septentrionales de l'Europe. Les phénomènes de température ne sont pas moins remarquables : on a pu constater, aux deux époques, par les observations faites sur les hauteurs, notamment au Puy-de-Dôme et au sommet du pic du Midi, une interversion complète dans la distribution de la chaleur : le décroissement habituel de température dans le sens de la hauteur a été remplacé par un accroissement très notable, correspondant à l'existence d'un courant relativement chaud du sud-ouest superposé au courant froid du nord-est, qui règne à la surface du sol. A la vérité, la coexistence bien constatée de ces deux courants n'a pas produit les mêmes résultats pendant l'hiver actuel et celui de 1879-1880. En 1880, le ciel restait absolument découvert : il s'est produit un abaissement de température extrême et prolongé. Cette année, au contraire, un brouillard persistant a rempli l'office d'un écran protecteur contre le rayonnement et a maintenu la température dans des limites de froid très modérées.

» L'hiver de 1880-1881, dans son ensemble, a présenté les mêmes caractères que les deux autres, quoique beaucoup moins accusés. Le mois de janvier a été relativement rigoureux : le thermomètre est descendu à 12° au-dessous de zéro, à deux reprises différentes. Si les vents du sud-ouest ont été plus fréquents, ce n'étaient pas des vents bas, violents et accompagnés de bourrasques, comme à l'ordinaire; ces bourrasques se dirigeaient de l'Amérique vers les régions septentrionales de l'Europe, et faisaient sentir leur influence seulement par un abaissement plus ou moins notable du baromètre sur nos côtes. Les pluies ont été abondantes; les chutes de neiges, fréquentes; mais, en consultant les bulletins de la Société centrale météorologique, on voit que ces perturbations, spéciales à la

France, qui ne se sont produites ni en 1880, ni en 1882, ont été, en 1881, la conséquence de bourrasques locales, suivant le bassin méditerranéen.

» Pendant cette période triennale, un phénomène d'une autre nature était signalé sur les côtes océaniennes : depuis deux ans, pendant les campagnes de 1880 et 1881, la sardine a fait défaut sur le littoral de la Vendée. C'est un véritable désastre pour les intéressantes populations du littoral; car la pêche de la sardine occupait plus de quinze mille marins, et donnait annuellement un produit brut d'au moins 15 000 000 de francs.

» La cause de cette coïncidence ne serait autre, selon moi, que le déplacement du grand courant océanien d'eaux chaudes, le Gulf-Stream, dont l'influence prépondérante sur le régime climatologique du versant de l'Europe est aujourd'hui parfaitement reconnue [1].... Les sardines, dans leur migration régulière, suivaient exactement le lit de ce courant dérivé du Gulf-Stream, connu sous le nom de *Rennel*, et c'est précisément parce que le Rennel a dû disparaître depuis l'hiver 1879-1880 que les sardines elles-mêmes ont pris une autre voie dans l'Océan, pour accomplir leur évolution naturelle.

» ... J'ai pu recueillir récemment quelques indications qui peuvent être invoquées à l'appui de cette hypothèse.

» Ainsi, dans la séance de l'Académie des Sciences du 3 janvier, M. Milne Edwards a présenté une Note de M. G. Pouchet, relative aux températures de la mer, observées pendant la mission de Laponie, dans laquelle cet observateur annonce qu'il a constaté, au voyage d'aller, dans la deuxième quinzaine de mai 1881, du 63e au 66e degré de latitude, au nord des Shetland, un léger relèvement de la température. Ce fait ne peut être attribué qu'au passage d'un courant d'eaux chaudes en ce point, placé exactement dans la direction assignée au Gulf-Stream par notre théorie.

» D'autre part, le *Journal officiel* du 14 janvier a publié un rapport du commandant de la station d'Islande, dans lequel on trouve les observations suivantes : « Froid exceptionnel de l'hiver 1880-1881, avec présence

---

[1] J'ai exposé cette théorie dans une Note présentée à la Société industrielle et agricole de Maine-et-Loire, le 27 décembre 1879, sous ce titre : *Les mouvements atmosphériques de l'océan Atlantique;* par M. A. Blavier, président (*Bulletin de la Société industrielle et agricole de Maine-et-Loire,* 1879, 2e semestre).

C'est seulement depuis la communication de cette Note à la Société industrielle et agricole de Maine-et-Loire que, pendant les deux campagnes de 1880 et 1881, a été signalée la disparition brusque de la sardine. La question a été étudiée depuis, dans diverses publications, par M. Chabot-Karlen et par M. Gobin.

» de la banquise jusqu'à la fin de mai sur toute la côte Est, et jusque dans » les parages des îles Westman. Dans le Nord, l'île de Grimsey jointe à la » terre par des glaces, et au cap Nord la banquise joignant le Groënland » à l'Islande. Vents constants du Nord-Est et le plus souvent violents, ren- » dant la pêche impossible. »

» Ces observations me semblent bien confirmer la présence exceptionnelle, dans la région du détroit de Davis, de glaces devant obstruer le passage du courant polaire, dont la rencontre avec le Gulf-Stream, au large des bancs de Terre-Neuve, est la cause déterminante de la brusque inflexion de ce courant d'eau chaude vers les côtes de France.

» Je reconnais que de semblables indices sont loin de suffire pour faire admettre, sans autres preuves, la théorie que j'avais émise en décembre 1879; mais ils peuvent m'autoriser à solliciter l'étude d'une solution dont l'importance ne saurait être contestée.

» En effet, si cette théorie est exacte, je puis dès à présent prédire, pour l'année courante, un printemps sec et beau, un été également sec et très chaud, et, dans ces conditions météorologiques, une récolte dont l'abondance dépendra exclusivement des orages qui viendront ou ne viendront pas, en temps utile, fournir au sol l'eau nécessaire pour la végétation.

» Je puis également prédire que nos marins ne verront malheureusement pas revenir encore cette année la sardine sur les côtes de la Vendée et de la Bretagne, car elle devra suivre dans sa migration annuelle le même chemin que pendant les campagnes précédentes, ce chemin qui n'est autre que le courant dévoyé du Gulf-Stream et du Rennel.

» Je puis annoncer que ces graves perturbations prendront fin seulement lorsqu'une débâcle normale des glaces des régions boréales rétablira le courant polaire du détroit de Davis, avec son intensité ordinaire, puisque ce courant est le véritable régulateur de la voie suivie par son antagoniste, le Gulf-Stream, dans la portion de son cours qui exerce une action directe sur notre climat.

» Je puis enfin dire que des observations régulièrement faites en mer à la fin de l'été, vers le mois d'octobre par exemple, pour fixer exactement ce cours du Gulf-Stream des côtes de l'Amérique aux côtes de l'ancien monde, permettraient aux météorologistes d'indiquer à l'avance, avec quelque probabilité, le caractère dominant des saisons sur le littoral océanien de France, et c'est là le résultat pratique intéressant de notre théorie, si elle repose sur une hypothèse que la vérification matérielle des faits viendrait confirmer. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'action de déformation du choc, comparée à celle d'un effort continu.* Mémoire de M. **Marchal**, présenté par M. Tresca. (Extrait par l'auteur.)

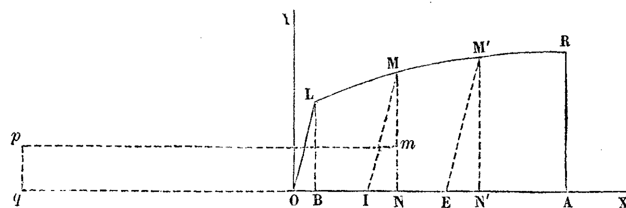
(Commissaires : MM. Tresca, Favé, Resal.)

« I. On sait qu'un corps soumis à deux effets de déformation successifs ne subit pas de nouvelle variation permanente lorsque le second effort ne dépasse pas le premier. Ce fait n'est pas en contradiction avec le fait contraire qui se produit pendant le choc.

» Nous admettrons que tout solide donne lieu, avant de rompre, à une succession d'efforts qui peuvent être variables, mais dont le travail est toujours limité au même chiffre. Ce travail est celui que Poncelet a désigné sous le nom de *résistance vive de rupture.*

» La relation entre la déformation et le travail effectué peut se représenter graphiquement, qu'il s'agisse de traction ou de compression, au moyen de la courbe qu'on obtient en portant comme abscisses les raccourcissements ou les allongements et comme ordonnées les résistances correspondantes.

» Si l'on soumet un échantillon de métal à une charge MN entraînant une déformation ON, cet allongement ou raccourcissement se compose de deux parties, l'une OI permanente, et l'autre IN qui disparaîtra avec



l'effort qui l'a fait naître. Plusieurs expériences ont démontré que le point I se trouve sensiblement à la rencontre de la ligne des abscisses avec une parallèle à la ligne OL menée par le point M. La limite d'élasticité naturelle LB est alors remplacée par une limite d'élasticité artificielle MN qui est plus grande.

» Cela posé, imaginons que la courbe OLR représente la loi commune de la résistance de deux échantillons de métal, de nature et de forme iden-

tiques, qu'on amène tous deux à la déformation permanente, définie par la longueur OI, en se servant, pour l'un, d'une machine à action continue, et, pour l'autre, en laissant tomber un poids d'une certaine hauteur.

» Dans le premier cas, il y a, à chaque instant, équilibre entre l'effort moteur et la résistance du métal. La courbe OLR représente la loi des charges exercées par la machine et des déformations correspondantes. Si l'opération est arrêtée quand la déformation a atteint la valeur ON, alors MN n'est autre chose que l'effort appliqué à l'échantillon, et le travail moteur développé aura été OLMN, dont une partie, mesurée par l'aire du triangle IMN, est restituée ensuite sous forme de travail élastique par le barreau livré à lui-même.

» Dans le cas du choc, le travail moteur peut se représenter par le rectangle *pqm*N, la valeur du poids étant figurée par *pq*, et la hauteur de chute par O*q*, prolongement de la ligne OX sur laquelle se comptent les allongements ou les raccourcissements. On voit que le poids employé est inférieur non seulement à F, mais aussi à la moyenne des résistances développées depuis zéro jusqu'à MN, puisque les figures *pqm*N et OLMN ont la même surface.

» Renouvelons maintenant les deux expériences dans les mêmes conditions respectives sur les barreaux déformés.

» Le premier échantillon est de nouveau soumis à l'effort F : le barreau se déforme de IN pendant que l'effort s'élève de zéro à MN. Le travail moteur, qui, tout à l'heure, ne pouvait être équilibré qu'à la faveur d'une déformation ON du barreau, est cette fois simplement éteint par un travail élastique négligeable devant le premier.

» En répétant, au contraire, le choc primitif sur le deuxième barreau déformé, on dépense sur le métal un travail égal à celui qu'il a précédemment absorbé. On obtiendra l'aire nécessaire pour éteindre ce travail en mesurant, à partir de IN, une surface IMM'N' égale à la surface OLMN. Le point N' est la limite du nouvel allongement permanent. On remarquera que toutes les résistances de M en M' sont supérieures à l'effort F produit dans les deux cas à la machine d'épreuve.

» II. Il est généralement admis que, lorsque deux corps se choquent, l'effet éprouvé par chacun d'eux est plus local que si ces corps étaient appliqués l'un contre l'autre par une pression continue, quelque grande qu'elle fût.

» Contrairement aux conséquences qui se dégagent de cette hypothèse, on a pu reproduire sans choc sur des échantillons les particularités que

présente la perforation des blindages. Il en résulte qu'en attaquant une même plaque avec plusieurs projectiles de même calibre, mais animés de vitesses différentes, on peut obtenir des empreintes identiques, pourvu que les masses des projectiles, dont les forces vives sont alors différentes, soient convenablement calculées.

» La demi-force d'un projectile étant $\frac{p}{g}\frac{V^2}{2}$, on démontre que la partie de cette force vive, qui se transforme en travail de pénétration sur une plaque de poids P, est représentée par l'expression

$$\frac{P}{P+p}\frac{p}{g}\frac{V^2}{2},$$

d'autant plus grande que p est plus petit ou que V est plus grand, à valeur égale de $\frac{p}{g}\frac{V^2}{2}$.

» On peut, par suite, caractériser ainsi l'influence qu'exerce sur les résultats d'un choc la vitesse relative des corps choquants, en supposant, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'un boulet lancé sur un blindage : lorsque, à égalité de force vive, la vitesse du projectile varie, ce n'est pas le mode de répartition de cette force vive qui est changé : c'est la fraction qui en est réellement employée à la perforation.

» III. Les fers et les aciers contenant des métalloïdes, tels que du phosphore ou du silicium, montrent en général au choc une fragilité plus grande qu'on n'aurait pu l'augurer des résultats obtenus à la rupture comme résistance et allongement.

» D'autre part, on observe que ces aciers sont caractérisés par une très forte charge à la limite d'élasticité, et principalement par une striction presque toujours faible.

» L'existence des métalloïdes dans le métal étant accusée par des particularités déterminées, on peut dire que les expériences statiques renferment les symptômes des anomalies auxquelles pourrait donner lieu l'épreuve au choc.

» En résumé :

» 1° Si les résultats particuliers constatés à la suite du choc se distinguent des résultats obtenus avec les forces agissant lentement, la cause en est uniquement due à ce fait que, par rapport au point frappé, la répartition des efforts dans les différentes régions de la masse du corps varie avec la vitesse d'impact;

» 2° D'un autre côté, les résistances développées par les chocs ne diffèrent pas des résistances mises en jeu dans les phénomènes statiques;

» 3° Des différences dans les résultats d'un même choc correspondent toujours à des différences dans certains éléments des expériences à la traction, ces différences n'empêchant d'ailleurs pas que des concordances ne puissent se présenter en même temps entre d'autres résultats de ces dernières épreuves;

» 4° En définitive, les résultats des expériences au choc peuvent être prévus lorsqu'on connaît convenablement la loi des déformations obtenues par charges graduées. »

M. H. Blin adresse la description d'un « Système pour la locomotion aérienne ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. Brown-Séquard prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le Ministre de la Guerre adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le tome XXXVII (3e série) du « Recueil des Mémoires de médecine, de chirurgie et de pharmacie militaires ».

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier fascicule d'un ouvrage de M. *Paul du Bois-Reymond*, intitulé : « Die allgemeine Functionentheorie (erster Theil) »;

2° Un Volume de M. *A. Richard* (*du Cantal*), intitulé : « Étude du cheval de service et de guerre, d'après les principes élémentaires des Sciences naturelles appliquées à l'agriculture »;

3° Le cinquième fascicule du « Traité de Géologie » de M. *A. de Lapparent*.

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (221) *et* (223), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan.** Communiquées par M. Mouchez.

	Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Planète — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Planète — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
(221)	Mars 9..	*a*	9	− 2^{m}.38^{s},51	$\bar{1}$,137*n*	− 0′.45″,7	0,686
	15..	*b*	9,5	+ 0. 1,30	$\bar{1}$,104*n*	+ 0.14,8	0,679
	16..	*c*	9,5	− 0.59,42	$\bar{1}$,290*n*	− 4.24,5	0,689
	17..	*c*	9,5	− 1.29,82	$\bar{2}$,908	+ 0.16,5	0,673
	18..	*d*	7,5	+ 2.11,73	$\bar{2}$,308	+ 1.28,6	0,669
	19.	*e*	6,5	+ 1.49,15	$\bar{1}$,459	− 6.45,2	0,694
(223)	Mars 14..	*f*	8,5	− 0.58,08	$\bar{3}$,905*n*	+ 0.13,0	0,755
	15..	*g*	7	− 2. 6,33	$\bar{2}$,753*n*	− 2.57,8	0,755
	16..	*h*	9	+ 0. 3,72	$\bar{1}$,068*n*	+ 2. 8,2	0,757
	17..	*i*	9	− 1.43,16	$\bar{1}$,168	− 2. 5,1	0,758
	18..	*j*	8,5	− 1.42,08	$\bar{2}$,997	− 2.53,5	0,755
	19..	*j*	8,5	− 2.23,70	$\bar{2}$,467	+ 0.46,6	0,752

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.
Mars 9...	*a*, 819 Weisse IX	9^{h}.40^{m}. 3^{s},88	+ 2^{s},81	+16°. 6′.11″,8	− 16″,0
15...	*b*, B. D. 2007 +16°...	9.34.11,25	+ 2,77	+16.33.41,6	− 15,4
16...	*c*, » 2009 » ...	9.34.44,42	+ 2,77	+16.42.29,7	− 15,4
17...	*c*, » 2009 » ...	9.34.44,42	+ 2,76	+16.42.29,7	− 15,4
18...	*d*, 615 Weisse IX.....	9.30.37,42	+ 2,74	+16.45.21,8	− 15,2
19...	*e*, 612 »	9.30.31,54	+ 2,73	+16.57.56,8	− 15,0
14...	*f*, 77 Weisse XI	11. 7.30,40	+ 2,83	+ 8.35.14,5	− 18,6
15....	*g*, 85 »	11. 7.53,89	+ 2,84	+ 8.42.31,8	− 18,5
16...	*h*, 37 »	11. 5. 0,34	+ 2,83	+ 8.41.19,4	− 18,5
17...	*i*, 54 »	11. 5.58,46	+ 2,83	+ 8.49.58,4	− 18,5
18...	*j*, 40 »	11. 5.14,57	+ 2,84	+ 8.54.36,5	− 18,5
19...	*j*, 40 »	11. 5.14,57	+ 2,83	+ 8.54.36,5	− 18,5

Positions apparentes des planètes.

	Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
(221)	Mars 9.....	9. 8.35	9.37.28,18	+16. 5.10,1	15 : 20	Weisse.
	15.....	8.48. 0	9.34.15,32	16.33.41,0	15 : 10	B. D.
	16.....	8. 1.40	9.33.47,77	16.37.49,8	24 : 16	*Ann. de Bonn.*, t. VI.
	17.....	10.37.43	9.33.17,36	16.42.30,8	21 : 28	*Ann. de Bonn.*, t. VI.
	18.....	9.59.57	9.32.51,89	16.46.35,2	18 : 24	Weisse.
	19.....	12.42.46	9.32.23,42	16.50.56,6	17 : 23	»
(223)	14.....	11.31.59	11. 6.35,15	8.35. 8,9	24 : 16	Weisse.
	15.....	10.59. 2	11. 5.50,40	8.39.15,5	20 : 14	»
	16.....	10.18.21	11. 5. 6,89	8.43. 9,1	15 : 20	»
	17.....	12.50.12	11. 4.18,13	8.47.34,8	18 : 22	»
	18.....	12.16.12	11. 3.35,33	8.51.24,5	20 : 14	»
	19.....	11.30.16	11. 2.53,70	8.55. 4,6	21 : 14	»

» La planète (221) est de 12e grandeur; (223) est de 13e. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les hypercycles.* Note de M. LAGUERRE.

« 1. Une droite étant donnée, on peut la supposer décrite par un point mobile dans un sens déterminé; je désignerai une pareille droite, dont la position et la direction sont données, sous le nom de *semi-droite* ([1]). A une droite donnée correspondent deux semi-droites ayant des directions différentes, et que j'appellerai *semi-droites opposées*.

» Je désignerai sous le nom de *cycle* un cercle décrit dans un sens donné; en un point d'un cycle, la tangente est une semi-droite parfaitement déterminée. A un cercle correspondent deux cycles opposés. Il résulte immédiatement de ces définitions qu'à un cycle donné on ne peut mener qu'une tangente parallèle à une semi-droite donnée, que deux cycles n'ont que deux tangentes communes et un seul centre de similitude, qu'un cycle tangent à trois semi-droites données est complètement déterminé. Le rayon

([1]) Dans une Note précédemment publiée, *Sur la Géométrie de direction* (*Bulletin de la Société Mathématique de France*, t. VIII, p. 196), j'ai désigné la semi-droite sous le nom de *direction*; j'ai cru devoir modifier cette expression, le mot *direction* ayant en Géométrie un sens très précis.

d'un cycle sera regardé comme positif si le point qui le décrit se meut dans le sens des aiguilles d'une montre, comme négatif dans le cas contraire. La distance d'un point à une semi-droite est égale au rayon du cycle qui a pour centre ce point et touche la semi-droite ; elle est donc déterminée en grandeur et en signe.

» Deux couples de semi-droites (A, A') et (B, B') forment un système harmonique si elles touchent un même cycle et si les points de contact divisent harmoniquement le cycle ; A' est dite la conjuguée harmonique de A relativement à B et B'.

» Un point doit être considéré comme un cycle de rayon infiniment petit.

» 2. Si l'on considère une courbe algébrique comme l'enveloppe d'une semi-droite, elle ne constitue pas, en général, un être géométrique ; il faut lui adjoindre la même courbe, enveloppée par la semi-droite opposée. On doit la considérer comme composée de deux courbes opposées, qui sont l'enveloppe d'un cycle de rayon infiniment petit ; en sorte qu'en chaque point il y a deux tangentes opposées et que l'on doit considérer comme distinctes.

» Certaines courbes algébriques (le cercle, par exemple) constituent en elles-mêmes, quand on attribue à leurs tangentes un sens déterminé, un être géométrique. Un des caractères distinctifs de ces courbes, que j'appellerai *courbes de direction,* consiste en ce que l'enveloppe d'un cercle de rayon constant, dont le centre décrit la courbe, se décompose en deux courbes distinctes. Il en est de même des courbes que je désigne sous le nom d'*hypercycles ;* elles comprennent l'hypocycloïde à quatre points de rebroussement, la parabole ainsi que les courbes qui leur sont parallèles, et plus généralement toutes les anticaustiques de la parabole, les rayons incidents étant parallèles.

» Étant donnée une tangente quelconque A à un hypercycle, il lui correspond une autre tangente A' telle, que A, A' et deux semi-droites fixes P et P' (que l'on peut appeler les *semi-droites fondamentales* de la courbe), forment un système harmonique. Je dirai que deux tangentes telles que A et A' constituent un couple de tangentes conjuguées.

» Cela posé, l'hypercycle est défini par la propriété suivante : les conjuguées harmoniques d'une semi-droite du plan D, par rapport aux couples de tangentes conjuguées de la courbe, enveloppent un cycle K.

» L'hypercycle est aussi entièrement déterminé quand on se donne les

semi-droites D, P et P′ et le cycle K, et l'on peut, en s'appuyant sur la définition précédente, construire autant de couples de tangentes conjuguées qu'on le veut. On peut, en particulier, remarquer que tout cycle touchant les semi-droites fondamentales a quatre tangentes communes avec l'hypercycle; elles constituent deux couples de tangentes conjuguées, et peuvent se construire avec la règle et le compas. Le *cercle* déterminé par le *cycle* a quatre autres tangentes communes avec l'hypercycle; mais ces quatre tangentes ne constituent pas des couples de tangentes conjuguées et ne peuvent pas se construire au moyen de la règle et du compas.

» 3. La propriété la plus importante de l'hypercycle est la suivante :

» Soient A et A′ un couple de tangentes conjuguées et a leur point de rencontre, B et B′ un autre couple de tangentes conjuguées et b leur point de rencontre ; T désignant une tangente quelconque à l'hypercycle, appelons respectivement α, α', β et β' les points où T rencontre les semi-droites A, A′, B et B′. Cela posé, on peut énoncer cette proposition : quelle que soit la tangente considérée, la longueur

$$\alpha a + \alpha' a + b\beta + b\beta' - \beta\alpha - \beta'\alpha'$$

a une valeur constante en grandeur et en signe.

» La même proposition peut encore s'énoncer de la façon suivante :

» Menons les cycles qui touchent respectivement les semi-droites A, A′ et T et les semi-droites B, B′ et T ; si l'on désigne par α_0 et β_0 leurs points de contact avec T, la longueur $\alpha_0\beta_0$ a, en grandeur et en signe, une valeur constante.

» 4. Cette valeur constante de la distance des points de contact α_0 et β_0 varie suivant les couples de tangentes conjuguées que l'on considère. A chaque couple de tangentes conjuguées en correspond toujours un autre, tel que la constante dont je viens de parler soit nulle ; je dirai que ces deux couples sont conjoints.

» Ainsi, étant donnés un hypercycle et deux couples conjoints de tangentes conjuguées A, A′ et B, B′, si l'on construit deux cycles K_a et K_b tangents entre eux et touchant respectivement A, A′ et B, B′, la tangente commune aux deux cycles est tangente à l'hypercycle.

» Autrement, si deux cycles roulent l'un sur l'autre, l'un d'eux touchant deux semi-droites A et A′, l'autre touchant deux autres semi-droites B et B′, la tangente commune aux deux cycles enveloppe un hypercycle, et tout hypercycle peut être ainsi engendré d'une infinité de manières. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable*; par M. **Mittag-Leffler**. Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

« Supposez d'abord que la fonction $F(x)$, dans ma dernière Lettre, soit

$$F(x) = R(y)\, r(x);$$
$$y = e^x,$$

où $r(x)$ est une fonction algébrique rationnelle de x et $R(y)$ une autre fonction de la même nature, mais qui, pour $y = 0$ et $y = \infty$, a une valeur finie. Il y a toujours une quantité positive k, telle que

$$\text{mod.}(a_\mu - a_\nu) > k,$$

pour toutes les valeurs des indices μ et ν où $\mu \gtrless \nu$. La condition $\lim_{\nu=\infty} |a_\nu| = \infty$ est, par conséquent, remplie. Il est toujours possible de trouver une quantité positive ρ telle qu'il n'y aura jamais une valeur de x qui satisfasse en même temps à deux conditions différentes, $\text{mod.}(x - a_1) \leqq \rho$, $\text{mod.}(x - a_2) \leqq \rho$, $\text{mod.}(x - a_3) \leqq \rho$, ... Le module de la quantité $R(e^x)$ reste toujours, pour les valeurs de x qui ne satisfont pas aux conditions $\text{mod.}(x - a_1) < \rho$, $\text{mod.}(x - a_2) < \rho$, $\text{mod.}(x - a_3) < \rho$, ..., une quantité finie, et ne croît pas non plus au-dessus de toute limite quand cela a lieu pour le module de x. On peut aussi toujours multiplier $r(x)$ par une telle puissance négative que la même chose ait lieu pour le produit $r(x)x^{-m}$, et que le module de ce produit diminue au-dessous de toute limite quand mod. x croît indéfiniment.

» Soit $\mathfrak{R}$ maintenant une valeur positive quelconque. Choisissez le contour S de telle manière qu'il embrasse le cercle $\text{mod.}(x) \leqq \mathfrak{R}$ et qu'il ne coupe pas et ne touche aucun des cercles $\text{mod.}(x - a_1) \leqq \rho$, $\text{mod.}(x - a_2) \leqq \rho$, $\text{mod.}(x - a_3) \leqq \rho$, ...; vous voyez alors qu'il répond à chaque valeur positive δ une autre valeur positive $\mathfrak{R}$, telle qu'on a

$$\text{mod.}\left[\int^{S} R(e^z)\, r(z) \left(\frac{x}{z}\right)^m \frac{1}{z - x}\, dz\right] < \delta,$$

et vous obtenez, par conséquent,

$$F(x) = G(x) + \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x).$$

» Mettez

$$R(x) = \pi \cot \pi x, \quad r(x) = 1, \quad m = 2\mu,$$

et cette formule devient

$$\pi \cot \pi x = \frac{1}{x} - \frac{2^2 b_1}{\Gamma(2)} x - \frac{2^4 b_3}{\Gamma(4)} x^3 - \cdots - \frac{2^{2\mu} b_{2\mu-1}}{\Gamma(2\mu)} x^{2\mu-1} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{2x}{x^2 - \nu^2} \left(\frac{x}{\nu}\right)^{2\mu},$$

où $b_1, b_3, b_5, \ldots, b_{2\mu-1}$ sont les nombres de Bernoulli.

» Mettez

$$R(x) = \pi \cot \pi x, \quad r(x) = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{2x}{1}\right)^2\right]\left[1 - \left(\frac{2x}{3}\right)^2\right] \cdots \left[1 - \left(\frac{2x}{2i-1}\right)^2\right]}, \quad m = 0,$$

et la formule devient

$$\pi \cot \pi x = \left[1 - \left(\frac{2x}{1}\right)^2\right]\left[1 - \left(\frac{2x}{3}\right)^2\right] \cdots \\ \times \left[1 - \left(\frac{2x}{2i-1}\right)^2\right]\left(\frac{A_0^{(i)}}{x} + \frac{2xA_1^{(i)}}{x^2 - 1^2} + \frac{2xA_2^{(i)}}{x^2 - 2^2} + \cdots\right),$$

où

$$A_n^{(i)} = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{2n}{1}\right)^2\right]\left[1 - \left(\frac{2n}{3}\right)^2\right] \cdots \left[1 - \left(\frac{2n}{2i-1}\right)^2\right]}, \quad n = 0, 1, 2, \ldots,$$

» C'est M. Gyldén qui a donné le premier ces deux développements de la fonction $\pi \cot \pi x$, et vous savez avec quel succès il les a employés dans le calcul des perturbations.

» Supposez maintenant

$$F(x) = f(x)\, r(x),$$

où $r(x)$ a la même signification qu'auparavant, et $f(x)$ est une fonction uniforme et monogène qui n'a, dans un domaine fini, plus qu'un nombre fini de points singuliers et qui est soumise à la condition

$$f(x + 2w) = \mu f(x), \quad f(x + 2w') = \mu' f(x),$$

où w et w', μ et μ' sont des constantes telles que $\frac{w'}{w}$ n'est pas une quantité réelle, et qu'on a mod. $\mu \leqq 1$ et mod. $\nu \leqq 1$. Vous obtenez alors de la même manière, comme dans le cas précédent,

$$F(x) = G(x) + \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x).$$

Cette expression amène, pour les fonctions doublement périodiques de

seconde ou de première espèce, et qui n'ont, dans un domaine fini, qu'un nombre fini de points singuliers, soit essentiels, soit non essentiels, entre autres, des formules telles que celles que M. Gyldén a obtenues pour les fonctions trigonométriques. Mais on en tire aussi, comme vous voyez facilement, un grand nombre d'autres formules qui ne paraissent pas être sans importance dans la théorie des fonctions elliptiques.

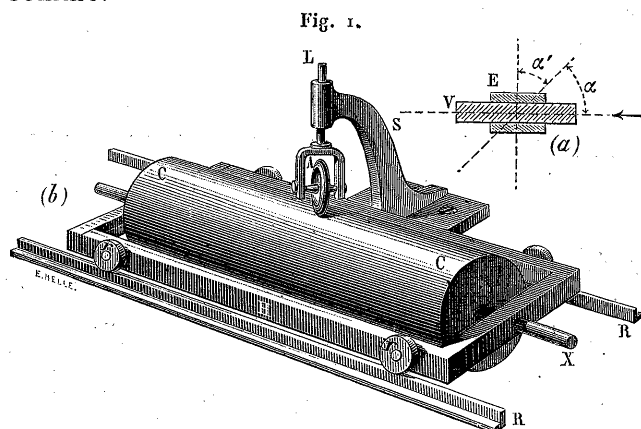
» On obtient aussi, comme je vous demande la permission de vous l'expliquer une autre fois, des formules qui permettent d'intégrer, par des expressions finies, une nouvelle classe d'équations homogènes et linéaires à coefficients doublement périodiques. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'intégration mécanique*. Note de M. **B. Abdank Abakanowicz**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« La théorie de l'intégrateur, que j'ai développée dans mes Notes précédentes, peut être appliquée, sans aucun changement, à toutes les modifications que je présente aujourd'hui.

» Le premier appareil que j'ai construit, en 1879 [1], était composé d'un cylindre roulant sur un disque. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie cet appareil primitif, construit au laboratoire de Physique de l'École Polytechnique de Lemberg. En tournant le cylindre, son avancement mesure la somme de $y\,dx$, et, en le poussant, le nombre des tours donne cette somme.

Fig. 1.



» J'ai construit un appareil pour démontrer le principe de mes intégrateurs, que je me permets de présenter. Il se compose (*fig*. 1, *b*) d'un cy-

[1] Présenté à l'Académie des Sciences de Cracovie le 20 mars 1880.

lindre CC, monté sur un chariot H. Ce cylindre peut tourner autour de son axe X, et se mouvoir en même temps sur des rails R, R. Un disque A, tournant autour de son axe horizontal et dont le plan peut pivoter autour de l'axe vertical L, appuie avec une certaine force sur la surface du cylindre. En inclinant le disque sous un certain angle et en tournant le cylindre, le chariot avance sur les rails, d'un espace correspondant à la somme de $y\,dx$. Réciproquement, en promenant le chariot sur les rails, le nombre de tours est proportionnel à cette somme.

» Étant donné $y = f(x)$, pour obtenir $\int y\,dx$, on introduit les y dans l'instrument en faisant varier l'inclinaison du disque A, et les x en imprimant au cylindre un mouvement correspondant de rotation, ou un mouvement longitudinal.

» Si l'on fait croître le rayon du disque A à l'infini, on obtient la disposition de la *fig.* 2. C'est un cylindre entre deux arêtes droites. En faisant subir le même changement au rayon du cylindre CC, on obtient la dispo-

Fig. 2.

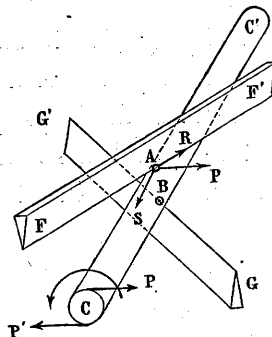
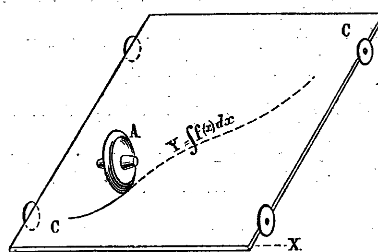


Fig. 3.



sition de la *fig.* 3. Chacun de ces agencements donne des résultats également précis : en principe, ils ne diffèrent en rien de la disposition de la *fig.* 1.

» J'ai indiqué, dans mes Notes précédentes, que le principe de l'intégrateur peut être avantageusement appliqué aux instruments de Physique, où il s'agit de faire l'addition consécutive des éléments $y\,dx$, tels que dynamographes, indicateurs, etc. Il faut alors que les phénomènes mesurés donnent eux-mêmes, automatiquement, l'inclinaison du disque, et agissent sur le mouvement du cylindre.

» Depuis sa publication, mon principe d'intégration mécanique a obtenu de nombreuses applications. M. C. Vernon-Boys, de l'École Royale des Mines à Londres, a suivi la même voie et a construit des instruments très

ingénieux, où mon principe cinématique du disque et du cylindre est avantageusement appliqué : entre autres, un instrument très pratique et très sensible, servant à mesurer la dépense d'énergie électrique entre deux points d'un circuit. L'inclinaison du disque est actionnée par un appareil qui la fait telle, qu'à chaque instant la tangente de l'angle est égale au produit EI (E = différence du potentiel, I intensité). A cet effet, il emploie deux solénoïdes, l'un à fil fin, mis en dérivation sur le courant principal, qui traverse le solénoïde à fil gros. La force attractive de ces solénoïdes est contre-balancée par un poids. Le cylindre se meut au moyen d'un chronomètre. Cette combinaison permet d'obtenir l'intégrale $\int EI\,dt$, ou l'énergie dépensée dans le temps t. En outre, M. Boys a construit un intégrateur, dont la partie essentielle est un chariot, dont la première roue est montée comme la roue directrice d'un bicycle.

» J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie plusieurs appareils basés sur mon principe, entre autres une machine servant à la résolution des équations numériques. Cette machine est composée d'une série de disques et de cylindres, disposés de sorte que le mouvement de chaque cylindre réagit sur l'inclinaison du disque suivant. J'ai démontré, dans ma Note du 7 mars 1881, comment on arrive à résoudre ce problème. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Relation entre la loi de Bouguer-Masson et le phénomène de Purkinje.* Note de MM. **J. Macé de Lépinay** et **W. Nicati.**

« I. Présentons à l'œil d'un observateur deux surfaces voisines éclairées par des quantités de lumière de même espèce, Q pour l'une, $Q + \Delta Q$ pour l'autre. Bouguer et Masson ont montré que l'observateur cesse de pouvoir apprécier la différence d'éclairage de ces deux surfaces lorsque la différence ΔQ est une *fraction constante* de l'éclairage moyen

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{1}{n},$$

n étant une constante, égale à 64 d'après Bouguer. Cette loi est exacte, ainsi que l'expérience nous l'a prouvé, dans le cas d'une source lumineuse verte (lampe modérateur et verre vert), qui nous servira plus loin de terme de comparaison. Les questions que nous nous sommes proposé de résoudre sont les suivantes :

» 1° La loi de Bouguer-Masson est-elle applicable aux diverses radiations simples du spectre?

» 2° La valeur du rapport constant $\frac{1}{n} = \frac{\Delta Q}{Q}$ est-elle la même pour toutes ces radiations?

» La méthode indirecte que nous avons employée repose sur la relation qui existe entre la loi de Bouguer-Masson et le phénomène de Purkinje [1], qui peut être, pour la démonstration actuelle, présenté de la manière suivante :

» Au moyen du photomètre de Rumford et de deux sources lumineuses, l'une verte (source de comparaison), l'autre bleue (bleu du spectre solaire), projetons sur un écran blanc deux ombres. Il sera toujours possible d'amener ces deux ombres à paraître également éclairées [2]. Soient, à ce moment, Q la quantité de lumière verte, Q_1 celle de lumière bleue employées. Augmentons alors de ΔQ la quantité de lumière verte. Il nous faudra, pour rétablir l'égalité des ombres, accroître la quantité de lumière bleue de ΔQ_1. Le phénomène de Purkinje consiste en ce que, *pour rétablir cette égalité, il nous aura fallu accroître la quantité de lumière bleue dans une proportion* $\frac{\Delta Q_1}{Q_1}$ *plus grande que pour la lumière verte, de telle sorte que l'on aura*

$$(1) \qquad \frac{\Delta Q}{Q} = A \frac{\Delta Q_1}{Q_1}, \quad \text{avec} \quad A < 1.$$

» Imaginons maintenant que nous ayons choisi la quantité ΔQ, de sorte qu'elle soit tout juste suffisante pour que l'œil commence à pouvoir apprécier la différence des éclairages produits par Q et $Q + \Delta Q$. Puisque les quantités de lumière Q et Q_1 d'une part, $Q + \Delta Q$ et $Q_1 + \Delta Q_1$ de l'autre, produisent sur la rétine des impressions de même intensité, la quantité ΔQ_1 de lumière bleue sera précisément la quantité de lumière bleue juste nécessaire pour que l'œil commence à pouvoir apprécier la différence des éclairages produits par Q_1 et $Q_1 + \Delta Q_1$.

» Dès lors, si la loi de Bouguer, exacte pour les radiations vertes, l'est

---

(1) *Optique physiologique*, p. 318 (421), et *Journal de Physique*, 2e série, t. I, 1882.

(2) L'estimation de l'égalité d'éclairage de deux ombres diversement colorées semble à première vue impossible. Elle peut se faire cependant avec une approximation qui, dans nos mesures, a atteint $\frac{1}{30}$ environ. Elle est d'autant plus facile que les ombres comparées sont plus étroites. Les ombres, dans nos expériences, avaient seulement $0^m,001$ de large sur $0^m,01$ de haut.

en même temps pour les radiations bleues, $\frac{\Delta Q}{Q}$ et $\frac{\Delta Q_1}{Q_1}$ sont tous les deux constants, et A, *dans l'équation* (1), *est une constante*.

» Mais ΔQ et ΔQ_1, étant des quantités très petites, pourront être considérées comme des différentielles. On aura alors, en intégrant les deux membres de l'équation (1), la relation suivante entre les quantités Q et Q_1 de lumière verte et bleue qui donnent des ombres égales :

$$\log Q = A \log Q_1, \tag{2}$$

en prenant pour unité de lumière bleue celle qui donne une ombre de même intensité que la quantité de lumière verte prise pour unité.

» II. L'équation (2) est facile à vérifier. Il suffit de faire varier successivement, dans des proportions connues, la quantité de lumière bleue du spectre, et de chercher chaque fois la proportion de lumière verte nécessaire pour obtenir deux ombres également éclairées.

» Parmi les treize séries de mesures que nous avons effectuées entre les raies C et G du spectre solaire, nous citerons l'une d'elles comme exemple.

	Spectre solaire ($\lambda = 4,44 \times 10^{-5}$).	
Lumière verte.	Observation.	Calcul.
2,40	2,78	2,72
2,21	2,41	2,48
1,11	1,15	1,13
0,917	0,893	0,905
0,537	0,503	0,492
0,323	0,269	0,274
0,177	0,140	0,138
0,150	0,112	0,114

» Les nombres contenus dans la troisième colonne de ce Tableau ont été calculés en posant A = 0,874. Nous avons pris pour unités les quantités de lumière verte ou bleue qui produisaient une ombre de même intensité qu'une bougie stéarique placée à 2^m de l'écran [1].

» Les valeurs de A et de *n* que nous avons déduites des mesures effec-

[1] Nous n'avons d'autre but, en donnant cette indication, que de spécifier dans quelles conditions d'éclairage nous avons opéré. Il résulte d'ailleurs de l'équation (2) que les variations d'éclat d'une bougie, d'un jour à l'autre, n'ont aucune influence sur la valeur de A que l'on déduira de chacune des séries de mesures.

tuées de la même manière, en diverses régions du spectre, sont les suivantes :

$10^5\lambda =$ 6,23	5,86	5,59	5,33	5,12	5,02	4,93	4,78
A = 1,01	0,99	1,01	0,99	1,00	0,95	0,94	0,93
$n =$ 64,6	63,4	64,6	63,4	64,0	60,8	60,2	59,5
$10^5\lambda =$ 4,66	4,55	4,44	4,36	4,29	»	»	»
A = 0,90	0,87	0,87	0,84	0,85	»	»	»
$n =$ 57,6	55,7	55,7	53,8	54,4	»	»	»

» Des nombres inscrits dans ces deux Tableaux, il résulte que :

» 1° La loi de Bouguer-Masson s'applique, du moins dans les limites de nos expériences, à chacune des radiations simples du spectre.

» 2° La constante $\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{1}{n}$ reste la même, aux erreurs près d'observation, pour toutes les radiations de longueur d'onde plus grande que $\lambda = 5,12 \times 10^{-5}$ environ; mais, à partir de là, elle augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche davantage du violet.

» Dans toutes ces expériences, la distance de l'observateur à l'écran est restée constante et égale à $0^m,30$. Pour des distances différentes, l'expérience nous a montré que les valeurs de A auraient été différentes, du moins pour les radiations bleues ([1]). »

CHIMIE. — *Observations, à propos d'une Note récente de M.* Violle, *sur la température d'ébullition du zinc.* Lettre de M. L. Troost à M. Dumas.

« Je viens de lire la Note que M. Violle a présentée dans la dernière séance, sur la température d'ébullition du zinc. Je regrette que ce savant n'ait pas cité les expériences que nous avons décrites, H. Sainte-Claire Deville et moi, dans le tome XC, page 773, des *Comptes rendus*.

» Nous avons montré, dans ce travail, postérieur à celui que cite M. Violle, que les déterminations de la température d'ébullition du zinc, faites au moyen du thermomètre à air, nous ont conduits, dès 1863, à des nombres très peu différents de ceux qui ont été publiés par M. Edm. Becquerel.

» La moyenne de vingt-sept déterminations, effectuées dans un creuset

([1]) Toutes ces expériences ont été effectuées dans l'une des salles de l'Observatoire de Marseille, gracieusement mise à notre disposition par M. Stéphan, directeur. Nous sommes heureux de lui en témoigner ici toute notre reconnaissance.

de plombagine contenant de 14^{kg} à 17^{kg} de métal, nous donnait 942° pour le point d'ébullition du zinc du commerce, redistillé, de manière à le séparer de la plus grande partie du cadmium et du plomb qu'il contient. M. Edm. Becquerel trouvait 932° pour le point d'ébullition du zinc pur.

» Nous avons déterminé le point d'ébullition du zinc du commerce redistillé, parce que c'est une matière abondante, dont on peut se servir couramment, tandis que le zinc pur est d'une préparation, en grand, toujours difficile.

» Le nombre 1040° avait été déduit d'expériences antérieures, faites en 1859, avec des bains de zinc, chauffés dans des bouteilles en fer, et avec la vapeur d'iode, en regardant son coefficient de dilatation comme constant et égal à 0,00367.

» Nous ne nous sommes d'ailleurs pas servis de ce nombre, nos conclusions étant indépendantes de toute détermination absolue de la température. Pour toutes les densités prises, comme celles du sélénium et du tellure, à des températures supérieures à la température d'ébullition du zinc, nous avons opéré dans un moufle dont la température a été déterminée directement au moyen du thermomètre à air, et des appareils volumétriques de Regnault. Ces densités ont donc été toutes prises par rapport à l'air, et les températures correspondantes ont été fixées aussi exactement que possible. »

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons de l'acide azotique et de l'acide acétique avec l'ammoniaque.* Note de M. L. TROOST.

« Dans un précédent Mémoire adressé à l'Académie [1], j'ai indiqué les procédés de préparation qui m'ont permis de découvrir plusieurs combinaisons que l'ammoniaque sèche forme avec les hydracides, et la méthode que j'emploie pour démontrer leur existence comme espèces chimiques.

» *Combinaisons de l'acide azotique avec l'ammoniaque.* — L'ammoniaque se combine aussi en plusieurs proportions avec divers oxacides. Parmi ces derniers, il en est un, l'acide azotique, sur lequel l'attention a déjà été attirée, en raison de la propriété qu'a le nitrate ordinaire d'ammoniaque d'absorber le gaz ammoniac; mais, faute d'employer une méthode appropriée, on n'a pu établir l'existence d'une combinaison définie nouvelle de l'ammoniaque avec l'acide azotique.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 578 et 1267; et t. XCII, p. 715.

» Dans un travail publié dans les *Transactions philosophiques de Londres*, M. Ed. Divers a obtenu, par l'action du gaz ammoniac sec sur le nitrate d'ammoniaque sec, un liquide dont la composition varie avec la pression et avec la température à laquelle se fait l'expérience (1).

» Le même liquide a été préparé par M. Raoult, qui l'a utilisé pour obtenir l'ammoniaque liquéfiée dans le tube de Faraday (2).

» Ce liquide est-il une dissolution du nitrate d'ammoniaque dans l'ammoniaque absorbée, comme le pense M. Ed. Divers, ou contient-il, ainsi qu'on l'a admis, l'azotate d'ammoniaque ordinaire combiné avec un ou avec deux équivalents d'ammoniaque, suivant la température?

» Comme le poids du gaz ammoniac absorbé par le nitrate d'ammoniaque ordinaire augmente, pour une même pression, d'une manière continue à mesure qu'on refroidit davantage, on ne peut résoudre la question en cherchant à quelle température l'augmentation de poids du nitrate correspond à un ou à plusieurs équivalents de gaz ammoniac. A 0° et sous la pression de 760^{mm}, le poids du gaz absorbé est déjà, comme l'avait annoncé M. Ed. Divers, et comme je l'ai vérifié un grand nombre de fois, 50 pour 100 du poids du nitrate employé, ce qui correspond à plus de deux équivalents.

» Ces déterminations ne peuvent, ainsi que l'avait déjà fait remarquer le savant anglais, permettre de distinguer en aucune façon une combinaison définie d'une simple condensation ou d'une dissolution.

» La mesure des tensions du gaz ammoniac émis par le corps permet, au contraire, de résoudre la question, comme je l'ai fait précédemment pour les combinaisons des hydracides avec l'ammoniaque.

» On sait en effet que, toutes les fois qu'on a affaire à un composé défini susceptible de dissociation, on peut enlever des quantités croissantes du gaz existant au-dessus de lui, sans que la tension cesse de reprendre une valeur constante tant que le corps n'est pas entièrement décomposé. La tension diminue au contraire, d'une manière continue, avec la proportion d'un gaz qui serait simplement condensé ou dissous.

» En appliquant cette méthode, j'ai pu établir l'existence de plusieurs combinaisons de l'acide azotique avec l'ammoniaque.

» La première combinaison contient $5^{éq}$ de gaz ammoniac pour $2^{éq}$ d'acide azotique. Cet azotate ammoniacal est solide aux températures infé-

---

(1) *Phil. Trans. of the royal Soc. of London*, vol. CLXIII, p. 159.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1261.

rieures à — 22°. Il fond lentement à cette température en un liquide très mobile. Pendant sa fusion, on distingue les minces lamelles rhomboïdales, dont l'enchevêtrement constituait la masse solide. Le sel liquéfié est susceptible de surfusion. En effet, si l'on abaisse rapidement sa température, il devient visqueux et se solidifie, seulement vers — 30°, en une masse translucide feuilletée.

» La tension du gaz ammoniac émis par ce composé, constante pour une température donnée, croît rapidement quand la température s'élève, comme l'établissent les nombres inscrits dans le Tableau suivant :

Température.	Tension de dissociation.
°	mm
— 30	90
— 26	115
— 18	170
— 10	250
0	365
+ 10,1	525
+ 14	600
+ 18,4	715
+ 20,8	765
+ 25	930

» La formule de cet azotate, rapportée, comme celle de l'azotate d'ammoniaque ordinaire, à l'équivalent d'acide azotique, est



$$AzO^5HO, AzH^3 + \frac{3}{2}AzH^3.$$

» Outre ce premier composé, quelques déterminations des tensions du gaz ammoniac semblent indiquer l'existence d'un autre azotate dont la formule serait $AzO^5HO, AzH^3 + 3\,AzH^3$; mais la difficulté de maintenir longtemps constantes de très basses températures ne me permet pas de donner pour les tensions des nombres définitifs. Ce composé ne se solidifie pas à — 55°.

» *Combinaisons de l'acide acétique avec l'ammoniaque.* — J'ai obtenu deux nouvelles combinaisons de l'acide acétique avec l'ammoniaque. Elles cristallisent en minces lamelles rhomboïdales. Leur tension de dissociation, prise au-dessous de leur point de fusion, est constante pour une même température et croît rapidement quand la température s'élève.

» La première a pour formule $C^4H^4O^4, AzH^3 + 3AzH^3$. Elle fond vers — 18°, et peut rester en surfusion jusque vers — 40°.

» La seconde a pour formule $C^4H^4O^4, AzH^3 + 6AzH^3$. Elle fond vers

— 32°. Elle est susceptible de surfusion et ne se solidifie plus que vers — 50°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des dissolutions acides sur le protoxyde d'étain.* Note de M. A. DITTE.

« L'hydrate de protoxyde d'étain peut perdre son eau et se transformer en cristaux d'oxyde anhydre, dans un certain nombre de circonstances mal connues et complexes. Cette cristallisation a lieu dans deux cas généraux, au sein de liqueurs acides ou au milieu de solutions alcalines. Examinons d'abord le premier.

» L'hydrate de protoxyde d'étain est une poudre blanche, qui, mise en suspension dans l'eau, peut être portée longtemps à l'ébullition avec ce liquide sans changer notablement d'aspect; mais vient-on à laisser tomber dans le mélange un petit cristal de protochlorure d'étain, la matière se colore presque instantanément en rose, puis en rouge, et, au bout de quelques minutes d'ébullition, tout l'hydrate est transformé en cristaux d'oxyde anhydre, tantôt verts, tantôt violet foncé. Si l'on continue alors à ajouter, peu à peu, du protochlorure, on voit l'oxyde anhydre blanchir graduellement, se changer en une poudre cristalline et dense, qui se modifie à son tour sous l'influence d'un excès de protochlorure, et qui, finalement, devient un précipité blanc gélatineux. Or, l'eau décompose le protochlorure d'étain en acide chlorhydrique libre et en oxychlorure $SnCl, 4SnO, 6HO$. Si, à ce dernier, mis en suspension dans l'eau, on ajoute des cristaux de protochlorure, il se change bientôt en petits cristaux blancs transparents d'un deuxième oxychlorure $2SnCl, 3SnO, 6HO$, qui, lui-même, se transforme en un troisième composé, $SnCl, SnO, 4HO$, dans une liqueur plus riche en protochlorure d'étain. Enfin, l'eau bouillante détruit ces oxychlorures en acide libre et protoxyde d'étain, qui, dans ces conditions, se dépose anhydre et cristallisé.

» Ces faits établis, on peut aisément se rendre compte de l'action d'un cristal de protochlorure d'étain sur le mélange bouillant d'eau et d'hydrate de protoxyde : au contact d'un excès d'oxyde, le protochlorure ajouté tend à former un oxychlorure stable, et, selon toute apparence, avec dégagement de chaleur, l'oxychlorure cristallisé $2SnCl, 3SnO, 6HO$, par exemple, prenant naissance directement dans les liqueurs suffisamment riches en protochlorure; mais l'oxychlorure produit est immédiatement décomposé par l'eau, en oxyde cristallisé et en acide et chlorure libres,

qui formeront une nouvelle quantité d'oxychlorure aux dépens de l'hydrate de protoxyde, plus attaquable que les cristaux d'oxyde anhydre. La formation de l'oxychlorure a lieu en vertu du principe du travail maximum; sa décomposition par l'eau se produit suivant les lois de la dissociation par les liquides. On comprend que, grâce à des réactions successives, ayant lieu entre des quantités fort petites de matière, tout l'oxyde hydraté puisse devenir, en un temps très court, oxyde anhydre et cristallisé, en passant par l'état intermédiaire d'oxychlorure. Mais si l'on ajoute assez de protochlorure d'étain à la liqueur, dès que celle-ci en contiendra plus que n'en abandonne, en se dissociant dans ces conditions, le premier des oxychlorures, celui-ci se formera aux dépens des cristaux d'oxyde, qui disparaîtront en entier si la quantité de protochlorure ajoutée est suffisante.

» Si, au lieu d'ajouter un cristal de protochlorure d'étain au mélange d'eau et d'hydrate, on y verse quelques gouttes d'acide chlorhydrique, l'hydrate se modifie presque instantanément, et cristallise tout entier après quelques instants. En effet, l'acide chlorhydrique ajouté forme d'abord du protochlorure, et il ne reste d'acide libre que la quantité correspondant à la dissociation de ce sel par l'eau. Dès qu'il y a du protochlorure d'étain formé, on retombe dans le cas précédent.

» Quand on fait bouillir de l'hydrate de protoxyde d'étain avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, on n'obtient rien tout d'abord, mais au bout de quelque temps la transformation commence, l'hydrate se colore, et l'on n'a bientôt plus que du protoxyde cristallisé. En examinant de près la liqueur, on constate que, d'abord très faiblement alcaline, elle devient franchement acide dès que l'oxyde anhydre commence à se former. Or on sait que les sels amoniacaux dissous, le chlorhydrate d'ammoniaque en particulier, sont partiellement dissociés : si on les fait bouillir, la solution manifeste bientôt une réaction acide, par suite d'un dégagement d'ammoniaque. C'est ce qui a lieu ici : la dissolution, à mesure que l'ébullition continue, s'enrichit en acide chlorhydrique, et c'est lui qui, agissant comme on l'a précédemment indiqué, provoque la cristallisation du protoxyde, toujours par la même succession de réactions inverses. Les chlorures desquels l'eau bouillante ne sépare pas d'acide libre, les chlorures alcalins par exemple, ne donnent jamais lieu à cette cristallisation.

» L'acide acétique donne naissance à des phénomènes du même ordre; quelques gouttes ajoutées à un mélange bouillant d'eau et d'hydrate d'étain déterminent la transformation de ce dernier en cristaux anhydres, et cela au bout de quelques instants. Or, l'hydrate d'étain se dissout dans

l'acide acétique froid, en donnant une liqueur transparente qui, évaporée dans le vide à 14°, abandonne peu à peu des cristaux de biacétate de protoxyde d'étain. L'eau froide les dédouble en acide libre, et en un sous-acétate qui se précipite, jusqu'à ce que la liqueur soit assez riche en acide acétique pour dissoudre le biacétate sans le décomposer. Enfin, le sous-acétate, à son tour, est décomposé, par l'eau bouillante, en acide libre et protoxyde d'étain qui, dans ces conditions, est anhydre et cristallisé. Donc l'addition de quelques gouttes d'acide acétique au mélange d'eau et d'hydrate détermine la production d'une certaine quantité d'acétate ou de sous-acétate, que l'eau dédouble en acide libre et oxyde anhydre cristallisé; l'acétate tendant à se former avec dégagement de chaleur, et l'eau le détruisant à mesure qu'il se forme, il y a là, comme avec l'acide chlorhydrique, succession de réactions inverses entre de faibles quantités de matière, et l'hydrate, plus aisément attaqué par l'acide acétique que l'oxyde anhydre, se transforme en ce dernier de proche en proche, en passant par la forme intermédiaire de sous-acétate de protoxyde d'étain.

» L'acide sulfurique ne produit rien d'analogue. C'est qu'en effet il dissout aisément l'oxyde d'étain, et la liqueur concentrée donne des cristaux de sulfate de protoxyde; l'eau les décompose, absolument comme le sulfate de mercure, en acide libre et en un sous-sulfate, mais ce dernier demeure inaltéré dans l'eau bouillante et par suite ne donne pas d'oxyde qui cristallise en se séparant. Dans ces conditions, les réactions inverses successives dont nous avons parlé plus haut ne peuvent pas se produire: il ne se forme que du sous-sulfate, puis du sulfate neutre, dès que la liqueur est assez riche en acide sulfurique pour le dissoudre sans le décomposer.

» Sans insister davantage, et laissant de côté nombre de faits qui trouveront place dans un Mémoire plus étendu, on voit que, vis-à-vis de l'oxyde d'étain, les acides se divisent en deux groupes : 1° les uns donnent avec cet oxyde des sels entièrement décomposables par l'eau bouillante, et détermineront sa transformation en oxyde cristallisé à la suite de réactions successives, comme on l'a précédemment expliqué; leurs sels, décomposables par l'eau, en donnant de l'acide libre, se comporteront absolument comme ces acides eux-mêmes et, comme eux, ils provoqueront la cristallisation de l'oxyde d'étain; 2° les autres, formant avec cet oxyde des sels indécomposables par l'eau, ou décomposables par ce liquide, en donnant un sous-sel que l'eau ne détruit pas, ne donneront pas lieu à ces réactions successives, et jamais l'hydrate d'étain ne deviendra oxyde anhydre et cristallisé sous leur influence. »

CHIMIE. — *Action de l'ozone sur les sels de manganèse.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que l'ozone détermine, dans les sels manganeux, la formation d'un précipité brun d'hydrate de peroxyde. Ce précipité répond à la formule Mn^2O^4,HO, comme le montre l'analyse suivante :

	Trouvé.	Calculé pour Mn^2O^4,HO.
Manganèse	58,3	57,3
Oxygène	32,5	33,3
Eau	9,2	9,4

» Mais la réaction est loin d'être aussi simple qu'on le suppose d'ordinaire, et, en variant la composition des liquides, on peut obtenir d'autres produits que le précédent, en particulier l'acide permanganique Mn^2O^7,HO. J'indiquerai d'abord les résultats de l'expérience sur les principaux sels de protoxyde de manganèse.

» 1° *Sulfate de manganèse.* — La dissolution du sel neutre, étendue ou concentrée, précipite immédiatement par l'ozone ; l'analyse précédente a porté sur un produit obtenu dans une dissolution de sulfate manganeux à 1 pour 100 de sel anhydre.

» Dans une liqueur étendue, contenant par litre $1^{gr},313$ de sulfate manganeux (quantité correspondant à 1^{gr} de carbonate sec) et légèrement acidulée par l'acide sulfurique, on voit encore apparaître un précipité de peroxyde, mais le liquide décanté présente une teinte rose des plus manifestes.

» Si la quantité d'acide libre dépasse 10 pour 100 du poids de la dissolution, il ne se produit plus de précipité ; le liquide rougit rapidement et montre au spectroscope les raies d'absorption caractéristiques de l'acide permanganique et des permanganates.

» La même réaction s'observe tant que l'acidité du liquide ne dépasse pas 30 pour 100 de SO^3HO en poids ; au delà de cette limite, le liquide se colore encore fortement, mais il ne donne plus de raies ; il se produit seulement du sulfate manganique.

» Avec des liqueurs plus chargées de manganèse (10^{gr} CO^2MnO par litre), il se produit toujours une précipitation de peroxyde, tant qu'elles ne renferment pas au moins 50 pour 100 d'acide sulfurique libre ; alors

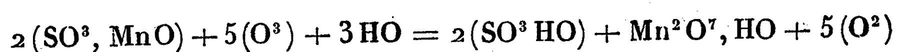
se forme uniquement du sulfate rouge de sesquioxyde, sans trace de raies.

» 2° *Azotate de manganèse.* — Les liqueurs étendues (1^{gr} CO^2MnO par litre) et peu acides précipitent de suite; si elles contiennent un excès d'acide compris entre 5 et 48 pour 100 de AzO^5 anhydre, elles donnent de l'acide permanganique, sans précipiter; pour cette dernière concentration, la teinte rouge est précédée d'une coloration jaunâtre, indice probable de la formation d'un azotate manganique très instable. Les liquides plus acides ou plus chargés de manganèse précipitent immédiatement par l'ozone.

» 3° *Chlorure de manganèse.* — Le sel neutre précipite par l'ozone; étendu et acidulé par l'acide chlorhydrique (1^{gr} CO^2MnO et 35^{gr} HCl par litre), il donne la coloration de l'acide permanganique; si on augmente la proportion d'acide libre, le liquide devient brun et dégage du chlore; il se forme un chlorhydrate perchloruré de manganèse.

» 4° *Acétate de manganèse.* — Précipité immédiat dans le sel neutre; coloration brune dans les liqueurs acides; il ne se forme plus d'acide permanganique, mais un acétate de peroxyde, sans doute le même qui a été signalé par M. Schœnbein.

» En résumé, l'ozone détermine facilement la transformation du protoxyde de manganèse en acide permanganique, ce qui est conforme à la théorie thermique. En effet, la réaction



$$2(SO^3, MnO) + 5(O^3) + 3HO = 2(SO^3HO) + Mn^2O^7, HO + 5(O^2)$$

dégage, en dissolution étendue, 41^{Cal}, 2, d'après les données fournies par MM. Berthelot et Thomsen. La transformation est complète, ce qu'il est facile de vérifier par l'expérience suivante : on partage en deux parties égales une dissolution très étendue de permanganate de potasse, légèrement acidulée par l'acide sulfurique; on décolore l'une des moitiés par l'acide arsénieux ou l'acide oxalique, puis on la soumet à l'action de l'ozone: bientôt elle a repris exactement sa teinte primitive, ce dont on peut s'assurer en la comparant à la seconde portion du liquide non décoloré.

» Quant aux autres réactions produites par l'ozone sur les sels de protoxyde de manganèse, elles sont exothermiques à partir des sels manganeux et de l'acide permanganique; on peut les reproduire toutes en ajoutant du permanganate de potasse en poudre aux différentes liqueurs dont j'ai indiqué ci-dessus la composition: les raies de l'acide permanganique persistent dans les dissolutions qui les produisent au contact de l'ozone; elles

disparaissent dans les autres, en donnant un précipité de peroxyde (manganates manganeux de A. Guyard) ou un sel manganique, suivant que les liquides sont neutres ou, au contraire, fortement acidulés.

» La précipitation des sels manganeux par l'ozone peut donc être considérée comme le résultat d'une action secondaire qui s'exerce entre le sel non encore transformé et l'acide permanganique produit par l'oxydation immédiate. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de l'acide sulfocyanique et de quelques sulfocyanates.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« *Chaleur de formation du sulfocyanate de potasse.* — J'ai mesuré la chaleur dégagée, lorsqu'on mélange à équivalents égaux du trisulfure de potassium et du cyanure de potassium. La réaction est bien



$$KS^3 + KCy = KSCyS + KS;$$

mais elle ne s'effectue pas instantanément à la température ordinaire; elle dure environ une demi-heure. Comme l'élévation de température est assez considérable, 3°,8 environ, la correction est assez importante; aussi, me suis-je attaché à varier les conditions de l'expérience, de façon à avoir des corrections tantôt positives, tantôt négatives, pour éliminer autant que possible les erreurs systématiques, dues au mode de correction adopté.

» J'ai, en outre, interrompu une réaction avant qu'elle fût complète, et j'ai mesuré la portion de la réaction réellement effectuée, en comparant avec la chaleur dégagée jusque-là.

Voici les nombres trouvés pour la réaction $KS^3 + KCy = KSCyS + KS$:

	Élévation de température observée.	Correction.	Élévation de température corrigée.	Chaleur dégagée
	°	°	°	Cal
I.......	+ 3,437	+ 0,424	+ 3,861	+ 15,548
II.......	+ 3,471	+ 0,316	+ 3,787	+ 15,250
III......	+ 3,997	− 0,189	+ 3,808	+ 15,334
IV......	+ 3,959	− 0,089	+ 3,870	+ 15,584
			Moyenne.....	+ 15,43

» Dans une autre expérience, arrêtée après dix minutes, on a trouvé que l'élévation de température corrigée était de 3°,441 et que les $\frac{93}{100}$ de la réaction avaient eu lieu, ce qui conduit au nombre $+14^{Cal},9$. C'est un

nombre trop faible. Du reste, cette méthode ne peut être appliquée que si l'on admet que $KS^3 + KCy$ se transforme en $KSCyS + KS$ sans passer par une combinaison intermédiaire. Or, ici, le phénomène ne semble pas se produire ainsi : si l'on trace une courbe représentant la marche de l'expérience calorimétrique, en prenant pour abscisses les minutes et pour ordonnées les quantités dégagées depuis l'origine de l'expérience, si l'on trace en outre une courbe dont les abscisses sont les minutes et les ordonnées la quantité de sulfocyanate formé, mesuré directement par une analyse, on trouve que les deux courbes ne coïncident pas, qu'elles s'écartent de quantités plus grandes que les erreurs d'expérience.

» Ce qui se passe, en outre, avec le cyanure de mercure et le trisulfure de potassium vient confirmer cette idée. La réaction est longue; elle dure sensiblement le même temps que la précédente; cependant, dès le premier instant, tout le sulfure de mercure est précipité, la liqueur continue à dégager de la chaleur; en même temps, la liqueur a l'odeur de l'acide cyanhydrique, ce qui n'avait pas lieu dans l'expérience précédente. Le dégagement de chaleur qui suit la précipitation du mercure, et qui est assez considérable, environ la moitié de l'élévation totale de température, indique l'existence d'une réaction intermédiaire. Le nombre fourni par cette expérience, pour la chaleur de formation du sulfocyanate de potasse, est un peu faible ($85^{Cal},5$ au lieu de $87^{Cal},8$), probablement parce que la réaction intermédiaire n'a pas lieu totalement, comme le montre la présence de l'acide cyanhydrique libre dans la liqueur. On a trouvé pour chaleur de dissolution du sulfocyanate de potasse, vers 13°, $-6^{Cal},13$. La réaction



$$KS^3 + KCy = KS + KSCyS$$

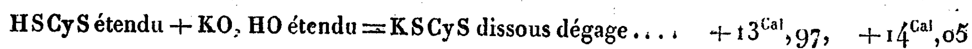
dégageant $+15^{Cal},43$, on peut déduire de ces nombres la chaleur de formation du sulfocyanate de potasse solide depuis les éléments; on a



$$K + S^2 + Cy \text{ gaz} = KSCyS \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad +87^{Cal},8$$

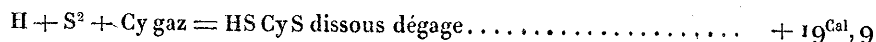
» *Chaleur de formation de l'acide sulfocyanique.* — Je l'ai déterminée en mesurant la chaleur de neutralisation de l'acide sulfocyanique par la potasse; connaissant en outre la chaleur de formation du sulfocyanate de potasse depuis les éléments, on peut en déduire la chaleur de formation de l'acide sulfocyanique.

» L'acide sulfocyanique a été préparé au moyen du sulfocyanure de mercure et de l'acide sulfhydrique. On a trouvé

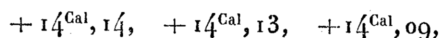


$$HSCyS \text{ étendu} + KO, HO \text{ étendu} = KSCyS \text{ dissous dégage} \ldots\ldots \quad +13^{Cal},97, \quad +14^{Cal},05$$

ou en moyenne $+14^{Cal},0$ vers 15°. De là on conclut


$$H + S^2 + Cy \text{ gaz} = HSCyS \text{ dissous dégage} \ldots\ldots \quad +19^{Cal},9$$

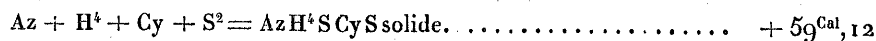
» *Chaleur de formation du sulfocyanate de soude.* — J'ai déterminé la chaleur de neutralisation de l'acide sulfocyanique par la soude étendue; j'ai trouvé les nombres


$$+14^{Cal},14, \quad +14^{Cal},13, \quad +14^{Cal},09,$$

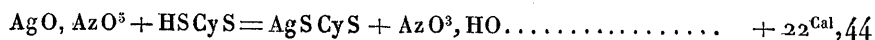
ou en moyenne $+14^{Cal},12$ vers 14°. De là on conclut


$$Na + S^2 + Cy = NaSCyS \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +77^{Cal},1$$

» *Chaleur de formation du sulfocyanate d'ammoniaque.* — J'ai traité de même une dissolution d'acide sulfocyanique par de l'ammoniaque, réaction qui a dégagé en moyenne $+12^{Cal},55$ vers $14^{\circ},5$; j'ai trouvé, pour sa chaleur de dissolution vers 12°, en moyenne $-5^{Cal},67$. On conclut de là


$$Az + H^4 + Cy + S^2 = AzH^4SCyS \text{ solide} \ldots\ldots \quad +59^{Cal},12$$

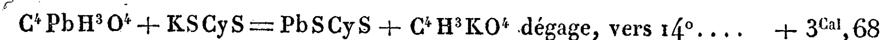
» *Chaleur de formation du sulfocyanate d'argent.* — J'ai mesuré la chaleur dégagée par la réaction


$$AgO, AzO^5 + HSCyS = AgSCyS + AzO^5, HO \ldots\ldots \quad +22^{Cal},44$$

vers $15^{\circ},5$. On conclut de là


$$Ag + S^2 + Cy \text{ gaz} = AgSCyS \ldots\ldots \quad +16^{Cal},5$$

» *Chaleur de formation du sulfocyanate de plomb.* — La réaction


$$C^4PbH^3O^4 + KSCyS = PbSCyS + C^4H^3KO^4 \text{ dégage, vers } 14^{\circ} \ldots \quad +3^{Cal},68$$

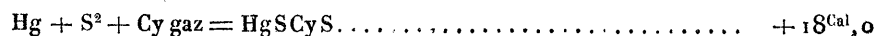
d'où l'on conclut


$$Pb + S^2 + Cy = PbSCyS \ldots\ldots \quad +21^{Cal},8$$

» *Chaleur de formation du sulfocyanate de mercure.* — J'ai précipité le sulfocyanate de mercure du sulfocyanate de potasse au moyen du chlorure de mercure. J'ai trouvé, vers $13^{\circ},5$,


$$HgCl + KSCyS + HgSCyS + KCl \ldots\ldots \quad +7^{a},3$$

On conclut de là


$$Hg + S^2 + Cy \text{ gaz} = HgSCyS \ldots\ldots \quad +18^{Cal},0$$

» Si l'on compare les chaleurs de formation des sulfocyanates depuis

les éléments, on trouve qu'elles sont intermédiaires entre les chaleurs de formation des iodures et des bromures correspondants. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la clarification des moûts destinés à la fabrication du vin de Champagne.* Note de M. F. JEAN.

« Les vins blancs destinés à la fabrication du vin de Champagne subissent un certain nombre de traitements, parmi lesquels le *tanninage* et le *collage* ne sont pas les moins importants.

» Le moût renferme en effet des matières albuminoïdes qu'il est nécessaire de précipiter par le tannin, pour empêcher le vin de devenir *filant* et assurer sa conservation. La colle de poisson, que l'on ajoute ensuite au moût, porte son action sur la matière colorante et sur l'excès de tannin, pour former un tannate de gélatine qui, sous forme d'un dépôt dense, entraîne toutes les matières en suspension, rend facile le *dégorgeage* du vin et parfait sa clarification. Si le *tanninage* et le *collage* ne sont pas faits dans de bonnes conditions, le vin contiendra des matières azotées qui pourront nuire à la conservation du vin ; il faut donc mettre dans le moût une dose de tannin suffisante pour insolubiliser toutes ces matières.

» Les fabricants de vin de Champagne ajoutent de 10^{gr} à 20^{gr} de tannin par 2^{hlit} de moût; ils collent ensuite avec 1^{gr} à 5^{gr} d'ichthyocolle pour la même quantité de moût. Ces quantités sont tout à fait arbitraires.

» L'emploi du tannin et de la colle ne repose sur aucune donnée certaine; dès lors, la quantité de matières albuminoïdes contenues dans le moût pouvant varier selon les cépages, ainsi que la dose du collage, il peut arriver que la dose de tannin ajoutée ne soit pas suffisante dans tous les cas.

» M. Salleron, qui a attaché son nom à tant de procédés ingénieux et essentiellement pratiques, a bien voulu appeler mon attention sur l'importance de cette question et sur l'intérêt qu'il y aurait, pour les viticulteurs, à être mis en possession d'un procédé facile de dosage du tannin, permettant de déterminer la dose de tannin qu'il est nécessaire d'ajouter à un moût pour assurer sa clarification.

» J'ai démontré, dans un précédent travail (1) : d'une part, que le tannin contenu dans le vin est apporté en majeure partie par les rafles et les pépins du raisin, lors du cuvage ; d'autre part, que les matières astringentes appor-

(1) *Comptes rendus,* décembre 1881.

tées par les parties de la grappe se composent d'un acide analogue à l'acide tannique, c'est-à-dire capable de précipiter les matières albuminoïdes et la gélatine, et d'un autre acide, en moindre quantité, que j'appellerai acide *œnogallique*, parce qu'il est analogue à l'acide gallique et qu'il ne précipite ni les matières albuminoïdes ni la gélatine. Le moût renfermant une grande quantité de matières albuminoïdes, j'ai été conduit à supposer que, dans la grande majorité des cas, l'acide astringent contenu dans le moût ne pouvait être que de l'acide œnogallique.

» Les recherches faites sur deux moûts obtenus avec du raisin blanc et rouge d'Epernay, et destinés à la fabrication du vin de Champagne, ont confirmé cette manière de voir. En effet, si le moût contient du tannin libre, il ne doit pas renfermer de matières albuminoïdes solubles, et l'addition de tannin ne devra pas produire de précipité. Or, si j'ajoute du tannin au moût, j'obtiens un léger précipité, qui devient beaucoup plus abondant si je neutralise l'acidité du moût.

» Comme, d'autre part, le moût ne se trouble pas lorsqu'on le neutralise avec un carbonate alcalin, on ne peut pas supposer qu'il renferme du tannate d'albumine dissous à la faveur des acides du vin, et il faut admettre que la petite quantité de matière astringente contenue dans ce moût ($0^{gr},08$ par litre) est de l'acide œnogallique et non de l'acide œnotannique. Du reste, le moût additionné de gélatine reste limpide, tandis qu'il devient opalescent lorsqu'il reçoit à la fois du tannin et de la gélatine, sans qu'il soit nécessaire de le neutraliser. Les acides du moût dissolvent cependant une certaine quantité de tannate de gélatine, car le moût additionné de tannin et de gélatine donne un précipité plus abondant dans le moût neutralisé que dans le moût acide.

» Pour résoudre le problème de la clarification des moûts, il faut déterminer :

» 1° La dose de tannin qui sera insolubilisée par les matières albuminoïdes ;

» 2° La dose de tannin nécessaire pour précipiter la totalité de la gélatine apportée par le collage.

» Pour effectuer ces déterminations, j'ai eu recours à la méthode que j'ai indiquée [1] pour le titrage des matières astringentes, c'est-à-dire à l'emploi d'une solution d'iode titrée.

» Je neutralise 10^{cc} du moût à clarifier, avec une solution faible de car-

---

[1] *Comptes rendus*, 1876.

bonate de soude; j'ajoute 2^{cc} d'une solution saturée de bicarbonate de soude, de l'eau pour faire un volume de 50^{cc}, et je détermine le volume de solution d'iode qui, dans ces conditions, est absorbée par l'acide œnogallique préexistant et par les matières constitutives du moût.

» D'autre part, j'additionne 100^{cc} du moût de 0^{gr},1 de tannin pur; je filtre après agitation, et je titre sur 10^{cc} du liquide clair le tannin passé en solution. Retranchant du volume de solution d'iode, employée dans ce titrage, celui qui a été absorbé par le même volume de moût normal, je puis calculer la quantité de tannin insolubilisée par les matières albuminoïdes du moût.

» Pour déterminer la quantité de tannin qu'il est nécessaire d'ajouter pour précipiter toute la gélatine apportée par le collage, j'ai dû tenir compte de l'acidité du moût et de l'influence des matières qu'il renferme. A cet effet, j'ai ajouté dans une solution contenant, pour 100^{cc}, 0^{gr},978 d'ichthyocolle dissoute, 15^{cc} d'alcool à 40°, 7^{gr} de sucre et du bitartrate de potasse, 0^{gr},5 de tannin pur, et j'ai trouvé que, dans ces conditions, 100 de colle de poisson dissoute insolubilisent 82,8 à 82,9 de tannin.

» Connaissant la quantité de tannin qui sera insolubilisée par les matières albuminoïdes du moût, la dose à laquelle le collage doit être effectué, et sachant que pour 100 d'ichthyocolle il faut 82,8 de tannin, il devient facile de calculer la dose de tannin qu'il sera nécessaire d'employer pour assurer la clarification d'un moût. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la noix de Kola, ou Gourou, ou Ombéné* (¹) (*graines de* Sterculia acuminata, *Pal. de Bauvois*). Note de MM. **Ed. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Chatin.

» La *noix de Kola*, qui remplit auprès des populations de l'Afrique équatoriale un rôle aussi important que le *Maté* et la *Coca* en Amérique,

(¹) Ces différents noms, sauf le dernier qui n'est employé qu'au Gabon, sont donnés par diverses peuplades du littoral de l'Afrique occidentale au même produit. Cependant diverses autres espèces de *Sterculia* fournissent des graines de *Kola*, mais celles du *Kola acuminata* (Rob. Brown), qui nous occupent, sont les mieux cotées sur les marchés africains, en raison sans doute de la plus grande quantité de principe actif qu'elles renferment. Le Kola-Bitter de Fernando-Pô, produit de quelques arbres de la famille des Guttifères, ne doit pas être confondu avec les graines de Kola.

Le *Kola mâle*, par opposition au Kola femelle, qui est le fruit du *Sterculia acuminata*, est très employé à Widah et dans l'Ibéria : ce n'est rien autre chose que la graine d'un

est fournie par un végétal de l'Afrique appartenant aux Sterculiacées, le *Sterculia acuminata*. Très répandu dans le centre de l'Afrique (cours inférieur du Diolibah), dans le haut Sénégal, en Guinée, à Sierra-Leone, au Gabon, dans l'Ibéria et sur toute la côte occidentale d'Afrique, à partir des possessions portugaises jusqu'au Rio-Nunez inclus, ce végétal y fournit, par les cotylédons épais et charnus de sa graine, un masticatoire et un aliment de première nécessité (1), dont la composition chimique a été mal établie jusqu'ici, malgré les recherches de Atfield.

» Des circonstances heureuses ayant mis entre nos mains les quantités de ce produit peut-être les plus considérables qui aient pénétré jusqu'ici en Europe, nous avons pensé qu'il était nécessaire de revenir sur une substance si peu connue, et sur l'histoire naturelle de laquelle nous avons pu relever quelques erreurs qui ont communément cours. C'est ainsi, par exemple, que, contrairement aux affirmations de Heudelot, il n'existe pas deux variétés de cette plante, celle à graines blanches et celle à graines rouges. Dans un même carpelle, on rencontre quelquefois des semences jaunâtres, d'autres roses et d'autres enfin d'un rouge vineux. Il ne faudrait pas croire, avec Griffon du Bellay, que cette couleur rosée soit un indice de maturité : des graines parfaitement mûres, prises dans le même fruit, présentent la couleur jaune ou rose. Le nombre des graines, dans chaque carpelle, n'est pas non plus constant, comme semble le croire le même auteur. Nous avons vu des gousses qui en renfermaient depuis 1 jusqu'à 10; quand le nombre de ces graines est faible, leur poids devient considérable et peut atteindre 45^{gr}. La moyenne est de 15^{gr} à 25^{gr}.

» Les résultats de l'analyse qui suit ont été fournis par l'examen des cotylédons, seule partie de la graine employée par les nègres africains. Ces graines ont pu être traitées par nous à différents états : frais et sec (2). Les

---

Sterculia, amer comme ce dernier, mais privé de caféine et de théine, et pourvu d'une résine abondante qui lui donne le goût du café vert.

(1) L'usage du Kola est général dans tout le centre de l'Afrique. MM. Zweifel et Moustier, dans leur récent voyage, couronné par la découverte des sources du Niger (1879), indiquent avoir trouvé du Kola entre les mains des indigènes (qui leur en offraient en signe d'amitié) depuis la côte jusqu'à Tantafara, par 8°,7 de lat. N. et 13°,5 de long. E. (*Bull. Soc. Géogr. de Marseille*, juillet, août et septembre 1880, p. 321.) La valeur du Kola est telle, dans certaine partie de l'intérieur de l'Afrique, qu'on le paye, même à l'état sec, son poids d'or, ou encore un esclave par graine.

(2) Elles nous avaient été fournies gracieusement par MM. Gaillard, négociants à Marseille, qui ont séjourné pendant de longues années sur la côte occidentale d'Afrique,

nègres de la côte les dédaignent dès qu'elles ne sont plus fraîches. Récemment cueillies, ils s'en servent comme d'un aliment excitant (antidéperditif), tonique et aphrodisiaque. Son usage aurait en outre, au dire de tous les voyageurs, pour résultat de rendre agréable et fraîche l'eau la plus saumâtre et la plus corrompue. Cette propriété, bien appréciable dans un pays brûlé par le soleil et souvent privé d'eau potable, semble due à l'astringence de la substance tannique et à son amertume (caféine et théobromine) mêlée d'une certaine douceur (glucose).

	gr	
Caféine	2,348	Matières solubles dans le chloroforme.
Théobromine	0,023	
Tannin	0,027	
Corps gras	0,585	
Tannin	1,591	Matières solubles dans l'alcool.
Rouge de Kola	1,290	
Glucose	2,875	
Sels fixes	0,070	
Amidon	33,754	
Gomme	3,040	
Matières colorantes	2,561	
» protéiques	6,761	
Cendres	3,325	
Eau d'hydratation	11,919	
Cellulose	29,831	
Total	100,000	

» Cette analyse montre : 1° que les noix de Kola sont plus riches en caféine que les cafés les plus estimés et que cette base y est en totalité renfermée à l'état libre, non combinée, comme dans le café, à un acide organique (¹); 2° qu'elles renferment une quantité très appréciable de théobromine, qui vient accroître les propriétés de la caféine et agit synergiquement avec ce principe actif; 3°, et c'est là un fait important, qu'elles contiennent une quantité notable de glucose, dont le cacao ne présente aucune trace; 4° que la quantité d'amidon y est triple de celle contenue dans les graines de *Theobroma*, ce qui explique sa valeur nutritive; 5° que la ma-

---

et par M. Richard, pharmacien en chef de la marine à Saint-Louis (Sénégal), récemment décédé victime de son dévouement pendant l'épidémie de fièvre jaune qui vient de ravager le Sénégal.

(¹) La même substance se trouve dans le tissu des carpelles et en quantité aussi considérable que dans les graines : elle ne paraît exister ni dans les rameaux ni dans les feuilles.

tière grasse y est peu abondante, contrairement à ce que l'on a constaté dans le cacao; 6° qu'il y existe un tannin spécial, qui se rapproche de l'acide cafétannique, et une matière colorante rouge (*rouge de Kola*) très voisine de celle dénommée par Payen *rouge de Cacao* (¹). L'examen physiologique nous a montré que cette substance agit uniquement par la caféine et la théobromine qu'elle renferme.

» Ce produit, déjà employé en Afrique contre les affections de l'intestin, du foie, et contre l'atonie des voies digestives, comme masticatoire tonique semblable à la noix d'Arec, si appréciée par les Indiens, pourrait occuper, en matière médicale, un rang distingué à côté de la Coca et des autres antidéperditifs, sur lesquels il a la supériorité de renfermer une quantité notable de tannin, qui lui donne des propriétés astringentes précieuses. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la richesse en hémoglobine du sang des animaux vivant sur les hauts lieux*. Note de M. **P. Bert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les hommes et les animaux qui se trouvent transportés rapidement à plus de 2000^{m} au-dessus du niveau de la mer y éprouvent, à des degrés divers, des accidents connus en Europe sous le nom de *mal des montagnes*; dans les Andes, sous ceux de *soroche* ou de *puna*; dans l'Himalaya, sous celui de *bies*.

» M. le Dr Jourdanet a émis l'opinion que ces malaises sont dus à la diminution de la quantité d'oxygène contenue dans le sang, conséquence de la diminution de la tension de ce gaz dans l'air ambiant, et il a proposé de désigner cet état de l'organisme sous le nom d'*anoxyhémie*. Mes expériences ont prouvé surabondamment le bien-fondé de cette opinion, et j'ai fait voir, par des analyses nombreuses, que la quantité d'oxygène

(¹) Ce dont l'analyse ne rend pas compte, c'est ce fait remarquable, que les cotylédons de Kola sont beaucoup plus amers à l'état frais que secs : il se produit, pendant la dessiccation, une modification qui explique le peu de cas que font les naturels du Kola desséché. Pour éviter cette transformation, les négociants de la côte d'Afrique, qui tous se livrent au commerce très lucratif de cette graine précieuse, la conservent entièrement dépouillée de ses enveloppes dans de grands paniers, entourés des feuilles larges et épaisses du *Sterculia*, Cav., ou du *St. macrophylla*, Vent. (arbre Bal des indigènes). Chaque mois, une nouvelle manipulation des Kola doit se faire : on les lave dans l'eau froide, on remplace les feuilles de Bal par de nouvelles, et, en répétant cette opération dans les délais voulus, il est possible de conserver fraîches les semences jusqu'à huit et dix mois après leur récolte.

contenue dans le sang diminue au fur et à mesure que la pression diminue; en d'autres termes, que la combinaison oxy-hémoglobique subit une dissociation progressive sous l'influence de la dépression.

» Lorsque l'homme qui s'est transporté sur les hauts lieux continue à y habiter, il y souffre moins au bout d'un certain temps, et paraît s'y acclimater. Ses descendants finissent par sembler absolument indifférents aux conditions de milieu qui avaient d'abord si vivement impressionné leurs ancêtres. Mais, malgré ces apparences, l'observation sagace de M. Jourdanet a su reconnaître, surtout lorsque survenait quelque maladie, l'*anoxyhémie* dissimulée pendant l'état de santé.

» Cependant, à la longue, cette demi-acclimatation devient une acclimatation entière, et celle-ci doit être d'autant plus solide qu'il y a eu plus de générations écoulées depuis le séjour sur les hauts lieux. C'est dire que l'homme, qui ne peut guère compter plus de cinq générations par siècle, doit être acclimaté bien plus tard que les animaux domestiques qu'il a amenés avec lui, et surtout que les petites espèces, à générations bien plus nombreuses dans le même temps. Ce sont donc ces dernières qu'il est le plus intéressant d'examiner, en outre des espèces sauvages dont l'acclimatation remonte aux temps géologiques.

» Or, à quoi peut tenir cette acclimatation? Parmi les hypothèses que j'ai examinées jadis (voir mon livre sur la *Pression barométrique*), il en est une qui peut être facilement contrôlée par l'expérience. Elle consiste à supposer que l'hémoglobine a augmenté en quantité dans le sang, en telle sorte qu'à la grande hauteur où vivent ces animaux ils pourraient avoir dans leur sang la même quantité d'oxygène que ceux des régions basses, et braveraient ainsi l'*anoxyhémie*. La richesse en oxygène de la combinaison oxyhémoglobique resterait moindre, mais la quantité d'hémoglobine compenserait le déficit.

» Une importante constatation, faite il y a plusieurs années par M. Jolyet, alors mon préparateur, aujourd'hui professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, est venue faciliter cette étude. M. Jolyet a vu, en effet, que du sang pourri, agité au contact de l'air, absorbe exactement la même quantité d'oxygène (à conditions égales de température et de pression) que lorsqu'il était frais et vivant. En d'autres termes, l'hémoglobine n'est point atteinte par la putréfaction. J'ai pu alors demander aux voyageurs qui visitaient les hauts lieux de m'envoyer du sang d'animaux tués dans ces régions. Aucun n'avait répondu à cet appel, qui date de plusieurs années; mais, récemment, un de nos compatriotes établi à la Paz (3700^{m} d'altitude),

ville où les malaises du *soroche* atteignent tous les voyageurs, M. Eugène Guinault, m'a envoyé une série d'échantillons de sang d'animaux vivant à quelques centaines de mètres au-dessus de la Paz.

» Ces sangs ont été agités au contact de l'air, à la température de 15°, et voici, ramenée à 0° et à la pression de $0^m,76$, la quantité d'oxygène que 100^{cc} de chacun d'eux a pu absorber :

	cc
Vigogne	19,3
Id.	19,0
Lama mâle	21,6
Alpaca	17,0
Cerf	21,4
Viscache	16,2
Mouton	17,0
Porc	21,6

» Or, les analyses de sang faites en France et à l'étranger, et les analyses très nombreuses que j'ai faites moi-même, ont montré que la quantité maximum d'oxygène absorbable par le sang des mammifères herbivores de nos pays est de 10^{cc} à 12^{cc} pour 100^{cc} de sang.

» L'hypothèse est donc vérifiée. Le sang des animaux originaires des hauts lieux, et même celui des animaux acclimatés, présentent une capacité d'absorption pour l'oxygène bien supérieure à celle du sang des animaux vivant au niveau de la mer. Les premiers ont donc là, pour fournir aux dépenses régulières de la vie et même aux travaux musculaires qui peuvent leur être imposés, un magasin beaucoup plus riche que celui des animaux nouvellement transportés dans les hautes régions. Il n'est donc pas étonnant qu'ils échappent aux accidents qui frappent ces derniers.

» Il faudrait, pour infirmer cette conclusion, que la quantité du sang lui-même fût beaucoup moindre, ce qui est fort invraisemblable et n'a été signalé par aucun observateur.

» Il y a sans doute d'autres éléments, dans le problème complexe de l'acclimatation sur les hauts lieux. Un réglage plus économique des dépenses musculaires, une utilisation plus parfaite des forces vives dégagées par les oxydations organiques, doivent peut-être entrer en ligne de compte. Ce sont là des hypothèses d'examen difficile, qu'il convient de réserver. Mais leur importance ne peut être plus grande que celle dont j'apporte aujourd'hui la vérification expérimentale. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la digestion pancréatique.* Note de M. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Il est très difficile d'appliquer à l'étude de la digestion pancréatique le procédé de filtration au travers d'une cloison poreuse dont j'ai parlé dans ma dernière Communication. Le suc pancréatique naturel et le liquide de macération du pancréas sont trop visqueux pour passer facilement au travers du tube d'argile. Ils se peuplent, d'un autre côté, trop rapidement d'êtres vivants pour pouvoir servir, tels quels, à des essais de digestion artificielle.

» Le caractère alcalin de ces liquides et leur composition chimique sont sans doute pour quelque chose dans cette facile altérabilité, mais il y a une autre cause très active : c'est que les germes de ferments y sont présents dès l'origine, même dans le suc naturel provenant d'une opération bien réussie de fistule pancréatique. J'ai reconnu en effet que les conduits pancréatiques renferment, jusqu'à $0^m,002$ et $0^m,003$ de leur orifice intestinal, des ferments tout développés, reconnaissables au microscope, et, plus loin, jusqu'à $0^m,01$ au moins chez le chien, des ferments ou des germes plus difficiles à apercevoir, mais qu'on peut déceler au moyen d'un ensemencement dans un liquide convenable du contenu du canal, ou même de sa paroi.

» Parmi les êtres qui apparaissent le plus fréquemment dans ces conditions, je citerai un microbe en chapelet de grains très ténus, et un bâtonnet raide, court et dodu, ayant la forme d'un boudin, et reconnaissable à ses contours nets et réfringents. Ces deux microbes sont de très actifs ferments des matières albuminoïdes et se développent avec une grande rapidité, soit dans le suc des fistules, qui en apporte presque toujours avec lui, soit dans la macération du pancréas.

» Pour éviter leur intervention sans recourir à une filtration impossible, je n'ai rien trouvé de mieux que de mettre au contact de la substance à digérer le tissu du pancréas lui-même, qu'on va chercher par une opération rapide sur un animal en digestion, et dont on découpe, à l'aide de ciseaux flambés, un fragment qu'on introduit aussitôt dans un matras renfermant déjà la matière stérilisée sur laquelle on veut le faire agir. Il se fait là une macération véritable, et, si l'opération est bien faite, la pureté du liquide reste absolue.

» Un petit fragment de pancréas introduit ainsi dans de l'empois d'ami-

don le liquéfie et fait disparaître les globules d'amidon. Il n'en respecte que la tunique extérieure, qui reste intacte également sous l'action de la diastase de l'orge germé. Cette tunique externe, isolée, ne bleuit par l'iode que sous l'action de l'acide sulfurique. Elle est plus ou moins épaisse dans les diverses espèces d'amidon. C'est une véritable cellulose. Sauf ce résidu, tout le reste est dissous, et le pancréas fait ainsi ce que nous avons vu que le suc gastrique n'avait pu faire. Il n'est que juste d'ajouter que cette action digestive du pancréas sur l'amidon avait été déjà vue dans ses traits généraux par Cl. Bernard. Elle est, en effet, trop prompte pour que les ferments y puissent jouer un rôle.

» Celle qui s'exerce sur les matières albuminoïdes est restée jusqu'ici beaucoup plus confuse. En introduisant, comme nous l'avons dit plus haut, $0^{gr},001$ à $0^{gr},002$ de tissu du pancréas dans 10^{cc} de lait, on voit le liquide se décolorer en quelques heures, au bout desquelles il ne précipite plus par les acides, ni par le ferrocyanure de potassium acidulé, ni par l'acide nitrique. C'est donc le pancréas qui est l'agent de la digestion du lait, et l'efficacité incontestable du lait dans le traitement de certaines maladies de l'estomac tient peut être à ce que cet organe n'a rien à faire avec la digestion de ce liquide.

» Avec la viande crue, dans les mêmes conditions que plus haut, on assiste à une véritable dislocation de la fibre musculaire, surtout vers ses extrémités, sur les points où elle n'est plus protégée par le sarcolemme. Ses fibrilles élémentaires se séparent les unes des autres et s'étalent en panaches, par suite de la dissolution de la substance interfibrillaire. Si l'on compare cette action à celle que nous avons reconnue au suc gastrique, on voit qu'on peut les résumer toutes deux d'une façon superficielle, mais correcte, en disant que le suc gastrique tronçonne la fibre en large, et le suc pancréatique en long.

» L'action ne se borne pas à cette dislocation longitudinale. La viande crue se transforme peu à peu en pulpe alimentaire qui ressemble en ceci à celle que fournit le suc gastrique : c'est qu'il n'y a jamais dissolution complète. Les éléments qui résistent sont trop petits et trop indistincts pour que j'aie pu voir à quoi ils se rattachaient histologiquement. Mais ce qui est important, c'est que le suc pancréatique n'est pas plus capable que le suc gastrique de digérer indifféremment les diverses matières albuminoïdes.

» Un autre fait va nous ramener à la même conclusion. Dans ces matras où nous venons de les voir provoquer la transformation de certaines

matières albuminoïdes en peptones, les fragments de pancréas restent intacts, et on les retrouve au bout d'un an de séjour à l'étuve avec leurs formes et leurs dimensions originelles. Contrairement à ce qu'on a annoncé, le pancréas ne se digère donc pas lui-même. Lorsque cela a lieu, c'est qu'on a laissé intervenir les infiniment petits. Nous retrouvons là un nouvel exemple de cette loi que j'ai déjà visée, et qui veut que toute cellule vivante soit faite d'éléments inattaquables dans les conditions où elle doit vivre, et pour les diastases qu'elle peut sécréter.

» Si maintenant on songe, d'un côté, que la caséine qui résiste à l'action du suc gastrique est digérée par le pancréas, de l'autre que le tissu du pancréas se dissout rapidement dans le suc gastrique, on pourrait se croire autorisé à conclure que les diastases actives du suc gastrique et du pancréas sont différentes. Cette conclusion serait prématurée. Je montrerai en effet bientôt que l'action d'une diastase est une fonction très compliquée des conditions physiques et chimiques du milieu dans lequel elle agit. Mais nous avons tout d'abord à étudier la digestion intestinale, et à examiner la part qu'y prennent les infiniment petits. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'existence d'organes segmentaires chez certains Crustacés isopodes.* Note de M. **Huet**, présentée par M. Ch. Robin.

« Lereboulet (*Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Strasbourg*, 1850) a décrit les organes glandulaires qui sont le siège de la sécrétion caudale des Porcellions, Cloportes, Armadilles. Sa description histologique, en rapport avec les moyens dont on disposait à cette époque, est restée incomplète. Quoi qu'il en soit, il a conclu des faits observés que « les Cloportes se lient aux Araignées par l'existence de glandes particu-» lières, chargées de sécréter une matière soyeuse, et par la nature de » la matière sécrétée. »

» Les faits que nous avons observés permettraient à aussi juste titre de rapprocher ces animaux soit des Annélides, soit des Myriapodes.

» Il existe, en effet, des organes glandulaires non seulement à la partie caudale des Cloportides, mais on les retrouve chez la plupart d'entre eux se répétant sur chacun des sept anneaux qui constituent le corps même de ces animaux. Ils manquent à la tête. Ils s'ouvrent à la partie supérieure des épimères, de chaque côté, par une ouverture en crible. Cela fait donc, pour les sept anneaux du corps, quatorze glandes.

» Quant à celles de la queue, les anneaux réduits qui la constituent ne

présentent pas de *cribles;* les glandes, en ce point, ont subi une sorte de concentration et viennent déboucher toutes ensemble dans une fente percée de trous disposés en série linéaire. Cette fente est située au côté externe de l'urostyle externe.

» Si l'on isole une de ces glandes et qu'on l'examine au microscope, on voit qu'elle est constituée par des éléments cellulaires vraiment gigantesques. Certains mesurent un cinquième de millimètre. Chacun de ces éléments est formé d'un corps, bosselé, découpé, lobé, renfermant *toujours* deux gros noyaux granuleux, rapprochés l'un de l'autre, symétriques. Chaque noyau contient un nucléole également très granuleux. Les noyaux sont colorés en rouge par le carmin, en bleu par le sérum iodé. Entre eux s'étend une sorte de vestibule d'où part un conduit rempli par la matière sécrétée. Chacun de ces conduits présente à son origine, dans l'épaisseur de ses parois, un noyau ovalaire, clair, renfermant un nucléole brillant. Les conduits excréteurs ne s'anastomosent pas entre eux, mais vont aboutir séparément à une des ouvertures des cribles ou de la fente des urostyles.

» Ce sont donc des glandes unicellulaires agglomérées. Nous avons retrouvé cette disposition chez la plupart des Isopodes terrestres : *Porcellio scaber, Oniscus murarius,* Armadille, Lygidie. Le *Porcellio pictus* n'a que des glandes caudales. Enfin nous ne l'avons rencontrée sur aucun Isopode aquatique : ni chez la *Lygia oceanica,* qui par là encore se rapproche des Isopodes marins, ni dans les Anilocres, ni chez les Idotées, ni sur l'*Asellus aquaticus.* »

ZOOLOGIE. — *Sur les* Macroscincus Coctei, *D. B., récemment arrivés à la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **L. Vaillant**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Il y a quelques années, M. Barboza du Bocage signalait, sur un îlot de l'archipel des îles du Cap-Vert, l'Ilheo Branco, l'existence d'un Scincoïdien de grande taille, le *Macroscincus Coctei,* décrit précédemment par Duméril et Bibron comme faisant partie du groupe des Eumécès. Grâce au concours obligeant de M. le contre-amiral Perrier d'Hauterive et de notre consul, M. Ferrand, M. Delaunay, lieutenant à bord de l'*Alceste,* a pu se procurer douze de ces intéressants Sauriens, qui viennent d'être donnés par lui à la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle.

» Les plus grands atteignent une longueur de près de $0^m,60$; ces animaux diffèrent de la plupart des autres Lépidosaures par leurs écailles plus

petites, moins brillantes, et leur peau plus lâche, celle-ci formant deux plis longitudinaux plus ou moins nets à la jonction du dos avec les flancs. Les pattes sont proportionnellement développées, ainsi que les doigts, les ongles longs et crochus. Les Macroscinques grimpent avec une certaine agilité le long des rochers sur cet îlot abrupte, qui s'élève à une hauteur d'au moins 480^m, sur une longueur d'un mille à un mille et demi environ; ils ne sortent que le soir, et, en effet, depuis leur arrivée à la ménagerie, ces Sauriens restent cachés sous les abris la plus grande partie du jour. Les habitants du pays avaient assuré à M. Delaunay que la nourriture principale de ces animaux, sans parler des insectes qu'ils peuvent rencontrer, consistait en œufs et couvées des oiseaux de mer, qui nichent en grande quantité dans ces parages, mais nous n'avons pu jusqu'ici leur faire accepter qu'une alimentation végétale, dont la nature, d'ailleurs, paraît leur être indifférente, puisqu'ils ont pris tantôt des feuilles de chou, tantôt de l'herbe, de la pomme, même du pain trempé : c'est, au reste, ce qu'avaient vu de précédents observateurs, et ce qui se rapporte mieux à la forme des dents, voisines sous ce rapport de celles de l'Iguane.

» Le *Macroscincus Coctei*, D. B., d'après la tradition, se trouvait autrefois sur plusieurs des îles voisines, mais à la suite de famines, pendant lesquelles il fut recherché pour servir d'aliment, l'espèce en a été totalement détruite; si elle continue d'exister sur l'Ilheo Branco, c'est que cette terre, élevée à pic sur tout son pourtour, sauf une plage sablonneuse peu étendue, est d'un abord très difficile; fréquentée d'ailleurs à une certaine époque pour la récolte de l'orseille, elle est aujourd'hui complètement abandonnée. »

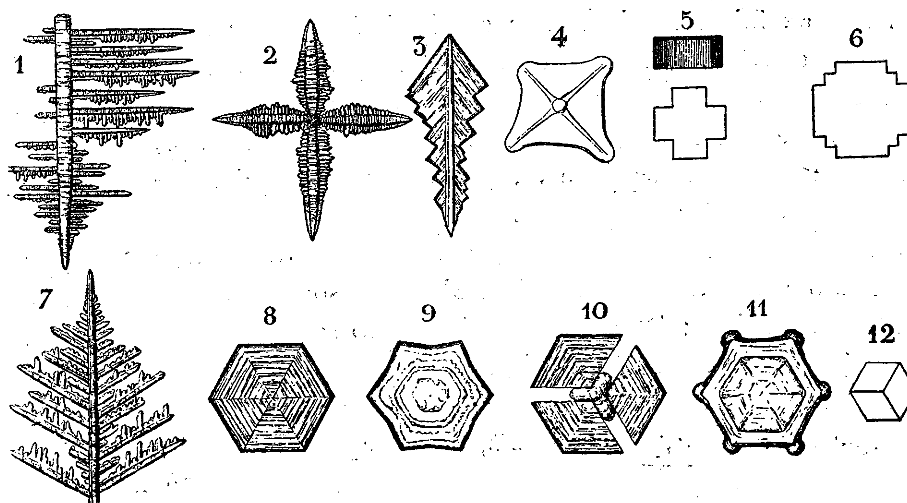
CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les formes cristallines de la zircone et sur les déductions à en tirer pour la détermination qualitative du zircon.* Note de MM. A. MICHEL LÉVY et L. BOURGEOIS, présentée par M. Fouqué.

« Quand on attaque le zircon à haute température par le carbonate de soude, on obtient, après refroidissement du culot et lessivage à l'eau chaude, une poudre cristalline, très difficilement attaquable aux acides, et composée de zircone sensiblement pure. L'observation microscopique du culot montre que ces cristaux y existaient déjà avant le lessivage. La zircone cristallise donc dans un excès de carbonate de soude fondu.

» Ces cristaux se présentent sous deux aspects, suivant la température et la quantité de carbonate de soude employé. Quand on opère avec un

poids de carbonate de soude égal à dix fois celui du zircon et qu'on porte le mélange au rouge blanc pendant cinq minutes, si la quantité de zircon employé ne dépasse pas $0^{gr},01$, il se forme surtout des agrégations cristallines rectangulaires. Leur type le plus parfait consiste en association de six cristaux, groupés suivant les axes quaternaires d'un cube : chaque élément est un petit prisme transparent à pointement terminal d'environ 72°.

Ces délicates productions ont été obtenues aussi en partant de la zircone pure. L'analyse n'y indique aucune trace de silice et seulement $\frac{1}{100}$ à



1. 2, 3, 4, 5, 6...... Cristaux de zircone à formes rectangulaires.
7, 8, 9, 10, 11....... Cristaux de zircone à formes hexagonales.
12.................. Rhomboèdre de zirconate de soude.

$\frac{2}{100}$ de soude, qui paraissent provenir d'impuretés [petits rhomboèdres obtus, avec angle plan de 100° environ de zirconate de soude (?) très attaquables aux acides]. Par contre, l'analyse y décèle toujours la présence du platine (jusqu'à 10 pour 100). Ce métal provient de l'attaque du creuset employé. Le composé qu'il forme est incorporé, à l'état d'élément isomorphe, à la zircone dont il colore les cristaux en jaune plus ou moins foncé.

» Quand cette coloration est forte, et, par conséquent, la teneur en platine considérable, les phénomènes de polarisation deviennent très sensibles. On voit alors que chacun des six cristaux élémentaires se compose lui-même de quatre cristaux aplatis, maclés deux à deux dans deux plans rectangulaires; ces cristaux sont striés parallèlement aux faces terminales

du pointement de 72° et s'éteignent chacun suivant cette direction; il suit de là que les deux moitiés d'une même branche, visibles simultanément, s'éteignent à 18° l'une de l'autre.

» Cet angle peut être rapproché de celui que M. Nordenskiöld a attribué à la pyramide des cristaux de zircone quadratiques, qu'il a obtenus en employant le borax comme fondant.

» On rencontre parfois des cristaux élémentaires isolés ou maclés à angle droit.

» Quand on opère au rouge vif et avec un poids de carbonate de soude égal à deux fois celui du zircon employé, la zircone cristallise au bout de quelques minutes au sein du fondant. Après lessivage à l'eau chaude, on recueille des lamelles hexagonales transparentes, parfois empilées comme celles du mica. Ces cristaux, comme les précédents, sont de la zircone, incolore lorsqu'elle est pure, jaune lorsqu'elle est chargée de platine par voie d'isomorphisme.

» L'opération réussit, quelle que soit la quantité de zircon employée.

» Les lamelles hexagonales ainsi obtenues sont très difficilement attaquables aux acides; leur poids spécifique, lorsqu'elles sont incolores, est égal à 4,9. Quand elles sont platinifères et suffisamment épaisses, elles agissent sur la lumière polarisée et s'éteignent parallèlement à l'un des côtés de l'hexagone; d'autres fois, les hexagones se montrent divisés en six secteurs striés chacun parallèlement au côté correspondant de l'hexagone, et s'éteignent suivant sa direction. Les formes élémentaires de ces hexagones sont totalement différentes de celles qui ont été décrites ci-dessus. Ce sont des arborisations hexagonales. En lumière convergente, on a une croix avec anneaux circulaires et caractère négatif.

» Il est permis de rapprocher ces phénomènes de ceux que présente la tridymite. Nous remarquerons, en outre, que les deux formes de zircone que nous avons obtenues paraissent incompatibles l'une avec l'autre.

» Pour faire l'analyse de ces variétés de zircone, le procédé le plus commode consiste dans l'emploi successif de l'acide fluorhydrique et de l'acide sulfurique, pour opérer la dissolution.

» Le zircon d'Espaily, traité par deux fois son poids de carbonate de soude pendant cinq minutes au rouge vif, a fourni, après refroidissement et lessivage, un poids de lamelles hexagonales de zircone, représentant sensiblement la totalité de la zircone contenue dans le minéral.

» $0^{gr},005$ de zircone suffisent pour fournir l'un ou l'autre des produits cristallins décrits ci-dessus, ou un mélange des deux. On a donc là une

réaction microchimique d'une délicatesse et d'une précision remarquables, permettant de déceler très aisément la présence de la zircone. L'yttrium, le niobium, le tungstène, le titane, le tantale, ne fournissent rien de pareil. Nous parlerons, dans une prochaine Note, des phénomènes présentés par l'acide stannique dans les mêmes circonstances.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les hauteurs barométriques du 17 janvier 1882 et de l'année 1821, dans le midi de la France.* Note de M. H. **Viguier**. (Extrait.)

« La grande hauteur barométrique mesurée à l'Observatoire de Paris en 1821, et que M. Renou a rapprochée de celle du 17 janvier dernier, a été étudiée par plusieurs savants météorologistes méridionaux, et en particulier par Gergonne et d'Hombres-Firmas.

» Ces observations peuvent d'ailleurs être rapprochées de celles que l'on faisait à Paris, puisque les instruments étaient comparés à ceux de l'Observatoire royal, et que le plan d'observation était adopté par les savants de l'époque [1]. Nous devons ajouter que, grâce à l'extrême obligeance de M. C. d'Hombres, une excellente série d'observations, presque séculaires, est mise à la disposition des météorologistes : elle a été continuée dans la seconde moitié du siècle, avec un zèle traditionnel, à l'aide des instruments dont se servait le père, disposés à la même place.

» Gergonne mesura $782^{mm},86$ pour la hauteur du 6 février 1821, réduite au niveau de la mer. A l'inverse de ce qui s'est produit à Paris, elle est donc restée un peu inférieure à celle du 17 janvier 1882, trouvée égale à 784^{mm}, le matin à 10^{h}. Le 16, à la même heure, elle avait atteint $784^{mm},5$; cette dernière reste donc la plus grande du siècle, observée à Montpellier.

» La mesure obtenue par d'Hombres-Firmas, réduite au niveau de la mer, est très sensiblement égale à $783^{mm},60$, à part une légère incertitude, dépendant de la correction à faire subir à la hauteur $769^{mm},82$, trouvée à l'altitude de $131^{mm},60$. Le minimum de janvier dernier a été observé le 17 à 9^{h} du soir, et il a été trouvé égal à $768^{mm},50$. A Alais, il a donc été un peu en retard sur celui de Paris, et il n'a pas atteint celui de 1821.

» Le même météorologiste signala, dans le mois de décembre de la même année, le minimum exceptionnel de $718^{mm},90$: ce qui porte à $50^{mm},92$ la variation totale de la colonne barométrique dans l'intervalle. Un abaisse-

(1) Voir les *Annales de Chimie et de Physique* des années 1818, 1820, 1822.

ment plus prononcé se produisit cependant en 1823 : le baromètre descendit à 713^{mm}, 21. Enfin, en 1840, lorsque les résultats de trente-cinq années d'observation sont communiqués aux savants, le zélé Correspondant de l'Institut constate que ce sont là les plus grandes variations qu'il ait observées depuis le commencement du siècle.

» Mais, au dire d'Arago, *jamais Correspondant ne mieux correspondit:* aussi, dès l'année 1821, avait-il cru devoir consigner dans une Notice particulière des résultats qui lui paraissaient si extraordinaires. Il put même y faire figurer d'autres grands mouvements de la colonne barométrique, observés simultanément à des distances considérables : à Paris, Toulouse, Genève et Turin. La marche des cinq baromètres, au voisinage du maximum et du minimum, est indiquée par des tracés graphiques dans ce travail, qui fut envoyé à l'Académie de Paris, à la Société Philomathique, et que l'on peut voir imprimé dans la *Bibliothèque universelle de Genève.* « Ces grandes variations, écrivaient les savants rédacteurs, tiennent à » quelque cause jusqu'à présent inconnue, qui agit avec une extrême rapi- » dité et presque simultanément sur une vaste étendue, tant horizontale » que verticale. » — « Les tracés ne sont pas parallèles, dit l'auteur, mais ils » offrent entre eux une sorte de ressemblance, qui démontre l'effet général » et prompt des variations atmosphériques. Partout, par exemple, l'ascen- » sion extraordinaire de février fut précédée d'un léger abaissement; mais, » en examinant les détails, on aperçoit des différences considérables. » ....

M. **Ch. Monod** adresse une Note « Sur un caractère simple de commune divisibilité ».

M. **Delaurier** adresse une démonstration expérimentale du courant binaire de la machine Gramme.

M. **Rubino** adresse une Note relative à la recherche du phosphore dans les cas d'empoisonnement.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.



COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Doubles décompositions des sels haloïdes d'argent;* par M. **Berthelot**.

« Les réactions des sels haloïdes d'argent s'opèrent en vertu des mêmes principes que celles des sels haloïdes de mercure, étudiés dans mes Notes précédentes. On observe de même des doubles décompositions directes, représentant le phénomène fondamental, et des phénomènes inverses, s'effectuant dans certaines conditions sur de faibles quantités de matière.

» J'ai examiné dans un autre Mémoire ([1]) les déplacements réciproques des hydracides combinés avec l'oxyde d'argent, et j'ai dit comment les réactions principales, telles que le déplacement de l'acide chlorhydrique par les acides bromhydrique et iodhydrique, et celui de l'acide bromhydrique par l'acide iodhydrique, sont les conséquences de la théorie thermique.

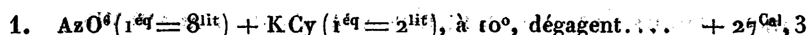
HCl étendu + AgO, vers 15°, dégage.....			+20,9
HBr étendu + AgO dégage d'abord.......	+22,3	puis..........	+25,6 ([2])
HI étendu + AOg » d'abord.......	+26,5	puis..........	+32,1

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 102.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 871 et 873. Ces différences représentent les changements isomériques successifs des précipités amorphes.

J'ai dit aussi comment ces réactions peuvent être et sont en effet renversées, soit en présence de l'eau, soit en son absence, par la formation des sels acides, lorsque celle-ci dégage une quantité de chaleur capable de combler l'intervalle des chaleurs de neutralisation. De là un partage. Mais l'état de dissociation des sels acides ne leur permet de se former qu'en petite proportion, et l'équilibre résultant est réglé par le degré même de leur dissociation, lorsque tous les produits restent en présence. L'insolubilité des sels haloïdes d'argent introduit d'ailleurs dans cet ordre de phénomène les conditions spéciales qui régissent l'équilibre des systèmes hétérogènes (*Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 96 et 101). Au contraire, si l'un des produits vient à s'éliminer, par volatilité, ou par diffusion dans un dissolvant, on rentre dans les conditions si bien définies par Berthollet, et la réaction inverse peut se développer jusqu'au bout. Les mêmes règles s'appliquent aux doubles décompositions entre les sels d'argent et de potassium.

I. — Cyanures et autres sels haloïdes.



1. $AzO^6 (1^{\acute{e}q} = 8^{lit}) + KCy (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$, à 10°, dégagent.... $+ 27^{Cal},3$

» Il se forme par là AzO^6K dissous + AgCy précipité ; on en déduit :



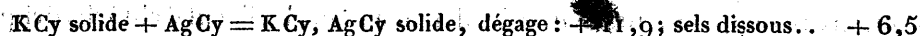
HCy étendu + AgO précipité, à 10° .... $+ 21^{Cal},4$

valeur presque identique à HCl étendu + AgO.

» En ajoutant au système un deuxième $KCy (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$, le précipité se dissout en dégageant : + 6,5 ; ce qui fait en tout : + 33,8.

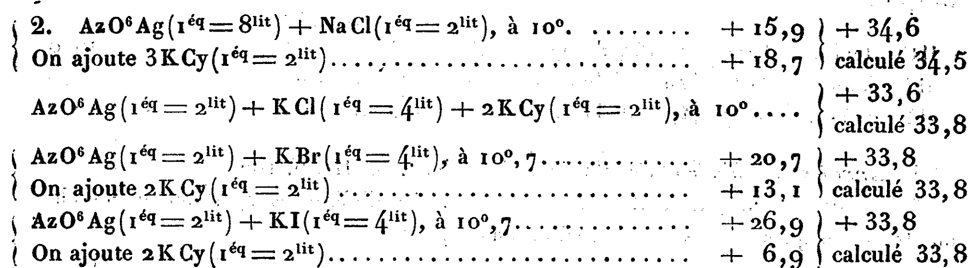
» Un troisième KCy dégage encore + 0,7 : en tout + 34,5; et ce chiffre croît jusque vers + 36,5, avec un grand excès de cyanure.

» D'après le nombre + 6,5, la chaleur de dissolution de KCy (— 2,96) et celle du cyanure double, KCy, AgCy cristallisé (— 8,35) :



KCy solide + AgCy = KCy, AgCy solide, dégage : + 11,9 ; sels dissous.. + 6,5

» Ceci posé, il est facile de prévoir *a priori* et de constater en fait le déplacement de tous les autres hydracides par l'acide cyanhydrique.

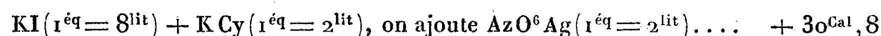


2. $AzO^6Ag (1^{\acute{e}q} = 8^{lit}) + NaCl (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$, à 10°.	+ 15,9	+ 34,6
On ajoute $3KCy (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$..............................	+ 18,7	calculé 34,5
$AzO^6Ag (1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) + KCl (1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) + 2KCy (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$, à 10°....		+ 33,6 calculé 33,8
$AzO^6Ag (1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) + KBr (1^{\acute{e}q} = 4^{lit})$, à 10°,7.............	+ 20,7	+ 33,8
On ajoute $2KCy (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$	+ 13,1	calculé 33,8
$AzO^6Ag (1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) + KI (1^{\acute{e}q} = 4^{lit})$, à 10°,7.............	+ 26,9	+ 33,8
On ajoute $2KCy (1^{\acute{e}q} = 2^{lit})$..............................	+ 6,9	calculé 33,8

» La redissolution complète des précipités une fois formés étant assez difficile, on peut mêler d'avance le cyanure de potassium avec le chlorure, ou le bromure, ou l'iodure, et verser dans le mélange l'azotate d'argent, en agitant sans cesse : le résultat est plus prompt et plus net.

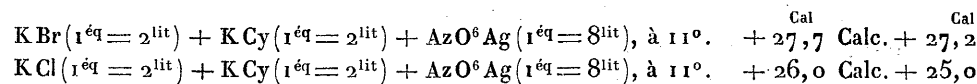
» On a trouvé ainsi : avec $KCl + 2KCy$: $+ 33,6$; avec $KBr + 2KCy$: $+ 33,9$; avec $KI + 2KCy$: $+ 33,9$. Le calcul indique $+ 33,8$; c'est-à-dire que la chaleur dégagée est la même dans tous les cas, soit en la présence, soit en l'absence du chlorure, bromure, iodure. On conclut de ces nombres que le cyanogène s'empare complètement de l'argent dans tous les cas, en formant un sel double soluble ; il déplace entièrement le chlore, le brome, l'iode par double décomposition, malgré l'insolubilité des sels d'argent. Leur redissolution totale prouve qu'il n'y a pas partage sensible. Elle a lieu avec un dégagement de chaleur exactement égal au chiffre calculé d'après le principe du maximum thermique.

» **3.** Si l'on réduit à moitié la dose du cyanure alcalin, le sel double soluble prend encore naissance ; mais la moitié du sel insoluble antagoniste subsiste, soit libre, soit plutôt à l'état de sel triple (p. 551) :



$KI(1^{éq} = 8^{lit}) + KCy(1^{éq} = 2^{lit})$, on ajoute $AzO^6Ag(1^{éq} = 2^{lit})$.... $+ 30^{Cal},8$

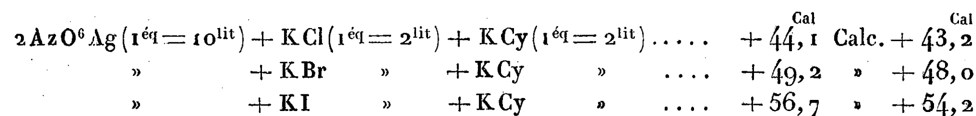
La dissolution de l'iodure d'argent est ici partielle, et la chaleur dégagée s'écarte peu de la moyenne $\frac{1}{2}(26,9 + 33,8) = + 30,4$, calculée dans l'hypothèse de la formation du sel double $KCy, AgCy$ et de l'iodure AgI :



	Cal	Cal
$KBr(1^{éq} = 2^{lit}) + KCy(1^{éq} = 2^{lit}) + AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit})$, à 11°.	$+ 27,7$	Calc. $+ 27,2$
$KCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KCy(1^{éq} = 2^{lit}) + AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit})$, à 11°.	$+ 26,0$	Calc. $+ 25,0$

Même conclusion, sauf de légers excès dus aux sels triples.

» **4.** Le cyanure formé en présence d'un autre sel haloïde d'argent donne aussi une somme un peu plus forte (sel double) :



					Cal		Cal
$2AzO^6Ag(1^{éq} = 10^{lit})$	$+ KCl(1^{éq} = 2^{lit})$	$+ KCy(1^{éq} = 2^{lit})$		.....	$+ 44,1$	Calc.	$+ 43,2$
»	$+ KBr$ »	$+ KCy$	»	....	$+ 49,2$	»	$+ 48,0$
»	$+ KI$ »	$+ KCy$	»	....	$+ 56,7$	»	$+ 54,2$

II. — *Chlorures, bromures, iodures opposés entre eux.*

» **1.** Lorsqu'on précipite le mélange de deux autres sels haloïdes, pris à équivalents égaux, par deux équivalents d'azotate d'argent, la chaleur dégagée est sensiblement la somme des effets séparés : ainsi les chloro-

bromure, chloroiodure, bromoiodure ne dégagent pas de chaleur notable.

$2AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit}) + NaCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 10°.. + 36,6

Calculé........................ 15,9 + 20,7 = + 36,6

$2AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit}) + NaCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 10°.... + 42,8

Calculé........................ 15,9 + 26,9 = + 42,8

$2AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 10°.... + 47,4

Calculé........................ 20,7 + 26,9 = + 47,6

» 2. Ces expériences doivent être faites en versant la dissolution des sels halogènes, mélangés d'avance, dans l'azotate d'argent; condition d'après laquelle les précipités atteignent de suite l'état le plus stable. En versant au contraire l'azotate d'argent dans la dissolution des sels alcalins, les précipités traversent, comme je l'ai établi pour les sels séparés (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 871, 873), toute une série d'états moléculaires spéciaux. J'ai fait les mêmes observations pour les sels mélangés. Ainsi, avec KBr + NaCl, la chaleur a varié de + 34,0 à 36,6; avec KI + NaCl, de + 40,8 à + 42,8; enfin avec KI + KBr, de + 46 à + 47,6.

» 3. Examinons maintenant comment $1^{éq}$ d'azotate d'argent se répartit en présence de deux sels haloïdes dissous, employés chacun dans la proportion de $1^{éq}$, mêlés à l'avance et versés dans la solution du sel d'argent.

$AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit}) + KCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°.. + 20,0

Calculé pour AgI seul : + 20,7; pour AgCl......... + 15,9

$AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit}) + KCl(1^{éq} = 2^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°.... + 25,8

Calculé pour AgI seul : + 26,9; pour AgCl......... + 15,9

$AzO^6Ag(1^{éq} = 8^{lit}) + KBr(1^{éq} = 2^{lit}) + KI(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°... + 26,4

Calculé pour AgI seul : + 26,9; pour AgBr......... + 20,7

» Il résulte de ces nombres que la formation du sel d'argent qui dégage le plus de chaleur est tout à fait prépondérante, qu'il soit soluble comme le cyanure double, ou insoluble comme l'iodure.

» 4. On arrive à la même conclusion, par une voie plus directe encore, en précipitant le chlorure d'argent, sous un poids exactement connu, par le mélange de deux liqueurs titrées; on lave le précipité avec précaution, de façon à ne rien perdre, puis on le met tout humide en contact avec une solution titrée de bromure de potassium, on agite, et on mesure la chaleur dégagée (en tenant compte du poids de l'eau adhérente au précipité) :

» AgCl précipité + $4KBr(1^{éq} = 2^{lit})$: dans l'espace de huit à dix minutes il se dégage + 4,4; l'action continue de plus en plus lentement. Le changement complet en AgBr exigerait + 4,8.

» AgBr précipité + 4KI($1^{éq} = 2^{lit}$) à $10°$; en cinq minutes, + 6,0. L'action continue. Le changement complet en AgI exigerait + 6,2.

» La formation du bromure d'argent, dans le premier cas, celle de l'iodure d'argent, dans le second, résultent de leur prépondérance thermique.

» 5. Cependant il y a un léger partage et une action inverse :

AgI précipité + 4KBr($1^{éq} = 2^{lit}$), à $10°$, en dix minutes.... + 0,5 environ
AgBr précipité + 4KCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à $10°$, en onze minutes... + 0,4 environ

» En même temps, il entre en dissolution une dose sensible d'iodure de potassium, dans le premier cas; de bromure de potassium, dans le second. Il y a donc déplacement inverse, phénomène sur lequel M. Potilitzine a appelé récemment l'attention. Ce phénomène, qui se développe peu à peu, atteint seulement quelques centièmes de matière; mais il est moins simple que le savant auteur russe ne l'a supposé.

» 6. C'est ce que montrent les dégagements de chaleur, faibles mais pourtant sensibles, que je viens de signaler. Ils montrent qu'il ne s'agit pas d'une substitution pure et simple, laquelle absorberait de la chaleur; mais ils résultent de la formation d'un sel double et de la séparation sous forme solide du sel alcalin, qui en est la conséquence. En effet, une certaine dose de sel de potassium demeure fixée sur le précipité, comme je l'ai reconnu par l'analyse, en comparant la dose de ce sel à celle qui aurait été contenue normalement dans l'eau d'imbibition.

» La formation de ces sels doubles peut être constatée plus facilement encore, en faisant digérer le chlorure d'argent précipité avec une solution de chlorure de potassium (KCl = 2^{lit}); le bromure d'argent, avec le bromure de potassium (KBr = 2^{lit}); l'iodure d'argent, avec l'iodure de potassium (KI = 2^{lit}). Il s'agit ici de sels doubles, faciles à préparer par voie sèche et dont certains peuvent être obtenus sous forme cristallisée, par voie humide : j'y reviendrai.

» 7. Ces sels doubles jouent le même rôle que les sels acides, dont j'ai étudié précédemment l'influence. Ils sont les intermédiaires véritables des déplacements inverses, avec les sels d'argent comme avec les sels de mercure, par voie humide aussi bien que par voie sèche. Les conditions de leur formation de plus en plus complète, à partir des sels simples qui les composent, c'est-à-dire l'emploi d'un excès du sel alcalin et celui des solutions concentrées, sont précisément les conditions qui règlent les décompositions inverses. On s'explique par là que les déplacements inverses dans des liqueurs étendues, surtout lorsqu'on opère à équivalents égaux et sans renouveler les liqueurs, ne puissent dépasser quelques centièmes avec les

sels d'argent : cette limite répond à la dissociation des sels doubles. Dans le cas des sels insolubles, d'ailleurs, la dissociation est réglée par les rapports de composition qui s'établissent au contact de la liqueur et du précipité, et d'après les lois établies par M. Ditte.

» Ce sont là des circonstances très fréquentes dans la formation des précipités. Tous les analystes ont remarqué comment certains précipités, et même la plupart d'entre eux, sont souillés par de petites quantités des sels contenus dans les liqueurs où ils se sont formés : sels étrangers retenus obstinément et qui ne peuvent être éliminés que par des lavages extrêmement prolongés. Ces traces de matière résultent précisément de la formation des sels doubles et des équilibres de dissociation établis entre le précipité et la liqueur qui l'enveloppe. On voit quelle en est l'importance dans les questions de statique chimique. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation des phénomènes explosifs dans les gaz;* par MM. BERTHELOT et VIEILLE.

« Dans les expériences que nous avons présentées à l'Académie (t. XCIV, p. 101), il restait à éclaircir divers points que nous allons examiner.

» 1° Les détonateurs minuscules, employés pour interrompre les courants électriques des enregistreurs, déterminent-ils la loi de la propagation de l'inflammation? Pour lever ce doute, il a suffi de mesurer, non plus le temps écoulé entre la destruction de deux interrupteurs à fulminate, situés aux extrémités opposées du tube, mais le temps écoulé entre la rupture du courant inducteur de la bobine, qui produit l'étincelle à l'origine, et l'inflammation de l'interrupteur à fulminate, placé à l'autre bout du tube. Ce temps, pour une longueur de $40^m,054$, a été :

$0^s,012556$; $0^s,012288$; $0^s,012904$; en moyenne : $0^s,012583$.

» Mais ce temps est entaché d'une erreur provenant des retards d'enregistrement, retards inégaux en principe, puisqu'il s'agit de deux signaux d'espèce différente. Nous avons mesuré la différence des deux retards, c'est-à-dire le temps écoulé entre le signal de l'étincelle et le signal d'un interrupteur distant de $0^m,05$. Ce temps est négatif, c'est-à-dire que le retard du signal de l'étincelle est plus grand que celui du signal de l'interrupteur. Trois expériences ont donné :

$0^s,001559$; $0^s,001968$; $0^s,002129$; en moyenne : $0^s,001885$.

» Cette correction, ajoutée aux expériences précédentes, donne $0^s,014468$; ce qui fait une vitesse de 2770^m par seconde (tube de caoutchouc).

» Avec deux interrupteurs de même espèce, on avait trouvé 2810^{m} : la vitesse observée est donc indépendante des détonateurs.

2° Pour approfondir l'influence du diamètre des tubes, nous avons fait de nouvelles mesures avec un tube de plomb, d'un diamètre égal à 15^{mm} et long de 30^{m},430. Trois expériences :

2754^{m}; 2975^{m}; 3019^{m}; en moyenne : 2916^{m};

les expériences avec un diamètre de 5^{mm} (tube de plomb) ont donné 2861^{m} (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 103). Ainsi la vitesse est sensiblement indépendante du diamètre des tubes, à partir de 5^{mm}. Dans un tube de verre capillaire (1^{mm},5), elle a été trouvée un peu moindre : 2341^{m}.

3° Citons nos premières expériences sur la vitesse dans le mélange de cyanogène et d'oxygène, $C^4Az^2 + O^8$, qui brûle sans changement du volume réduit. Tube de caoutchouc ; longueur 40^{m}; diamètre 5^{mm} :

Vitesse sous la pression 0^{m},758.....	2244^{m},7 et 2165^{m},7;	moy. 2195^{m},2
Sous la pression 0^{m},388...........	2171^{m},4	
Sous la pression 0^{m},878...........	2052^{m},4	

» Ces chiffres peuvent être regardés comme indépendants de la pression. »

PHYSIOLOGIE. — *Photographies instantanées d'oiseaux au vol.* Note de M. **Marey**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les clichés négatifs obtenus en photographiant, pendant leur vol, des oiseaux et des chauves-souris. J'ai fait faire, d'après ces épreuves agrandies au mégascope, des figures ayant la dimension de l'oiseau et sur lesquelles on peut suivre la succession des mouvements qui constituent une révolution de l'aile.

» Comme un Comité secret doit avoir lieu aujourd'hui, je demande à l'Académie d'ajourner à une prochaine séance l'analyse de ces figures et leur comparaison. Ces délais me permettront, en outre, de faire reproduire par l'héliogravure quelques figures indispensables à la clarté des *Comptes rendus.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations observées dans la pêche du hareng, sur les côtes de Norvège.* Note de M. **O.-J. Broch**.

« A l'occasion de la Note présentée dans la dernière séance par M. Blavier, sur la disparition de la sardine sur le littoral océanien de la France depuis 1880, je me permettrai de signaler à l'attention de l'Académie

des faits analogues qui se sont présentés plusieurs fois sur les côtes de la Norvège, par rapport à un poisson de la même famille que les sardines, le hareng (*Clupea harengus*).

» Le *hareng d'hiver* ou *printanier*, comme on l'appelle, arrive ordinairement à la fin de décembre, ou bien en janvier, vers les côtes de la Norvège occidentale. Il s'approche des côtes pour frayer. Le hareng est alors au moins dans sa cinquième ou sa sixième année.

» Le théâtre principal de la pêche du hareng d'hiver, c'est la région située entre les deux caps Lindesnœs et Stadt. Cette pêche a toujours été variable, et souvent elle a fait complètement défaut pendant de longues périodes.

» La pêche du hareng a toujours constitué une des ressources principales des populations riveraines de ces côtes poissonneuses; mais lorsque, en 1416, le Hollandais Beuckel eut imaginé la manière de saler le hareng, et que ce mode de préparation eut été adopté en Norvège, la pêche du hareng sur la côte ouest prit une importance nationale, et les Archives commerciales de la ville de Bergen, centre du commerce des produits des pêches, ont gardé les détails sur l'apparition et la disparition du hareng.

» Ainsi, en 1567, le hareng ne parut point sur la côte ouest; en 1644, c'est-à-dire soixante-dix-sept ans après que la pêche avait cessé, le hareng reparut près de Stavanger, et ensuite plus au nord, près de Bergen. De 1650 à 1654, il disparut de nouveau; ce fut seulement plus de quarante ans après, vers la fin du XVIIe siècle, qu'on put reprendre les pêches du hareng d'hiver, qui, bien qu'avec des résultats très variables, furent continuées pendant près de quatre-vingt-dix ans, jusqu'en 1784. Le hareng d'hiver disparut alors de nouveau, pendant vingt-quatre ans, et ce ne fut qu'en 1808 que l'on commença à le retrouver aux environs de Bergen. De 1808 à 1835, on le pêcha dans ces parages, entre 60° et 60°30′ de latitude. A partir de 1835, la pêche principale descendit toujours plus au sud, jusque devant Skudesnœs (59°10′ de latitude); de 1835 à 1840, elle se fit de préférence à la hauteur de Jœderen, en descendant jusqu'au cap Lindesnœs (57°59′ de latitude). A partir de 1840, il a complètement fait défaut au sud des bancs de Jœderen, tandis que, à de petites variations près, la pêche s'est toujours maintenue jusqu'en 1869 entre la partie méridionale de l'île Karmö et le Selbjörnsfjord (de 59°10′ à 60° de latitude), le district méridional; ensuite jusqu'à 1873, plus au nord, entre l'embouchure du grand Sognefjord jusqu'au cap Stadt (de 61° à 62°10′ de latitude), le district septentrional. Au nord du Stadt, les pêches du hareng ont toujours été encore plus variables.

» Depuis 1870, la pêche du hareng d'hiver a de nouveau cessé sur la côte sud-ouest de la Norvège, et depuis 1874 de même dans le district septentrional, entre le Sognefjord et le cap Stadt.

» Dans les deux derniers hivers, quelques bandes de harengs ont de nouveau visité les petites îles, à l'extérieur de la grande île de Karmö.

» Des faits semblables de périodicité dans la pêche du hareng d'hiver ont eu lieu sur les côtes de la Suède, vers le Skagerak, dans le district de Bohuslän. Cette pêche, jadis très lucrative, était devenue à peu près nulle depuis 1808, lorsque le hareng revint subitement dans l'hiver de 1877 à 1878; elle est, dans les derniers hivers, devenue très abondante.

» L'irrégularité des apparitions du hareng d'hiver qui vient aux côtes pour frayer, ainsi que ses disparitions périodiques sur de longues étendues de la côte, ne peut pas être attribuée à la pêche, car la quantité capturée par les hommes n'est que d'une faible importance, en comparaison de la quantité que détruisent les autres ennemis du hareng. Sur les côtes de la Norvège, il n'y a pas non plus de ces eaux malpropres qui chassent les poissons et infectent les bancs sur lesquels ils doivent frayer. L'étendue de la côte et l'immense nombre de fjords et de baies sont trop considérables pour qu'on puisse s'arrêter à cette supposition, par laquelle on a voulu autrefois expliquer la disparition du hareng de la côte plus restreinte du Bohuslän.

» Une cause très vraisemblable, c'est que le hareng a dû chercher en été sa nourriture, qui consiste en petites crevettes (copépodes), en petits annélides et en quelques mollusques, plus au large que d'ordinaire, et, n'ayant pu gagner les côtes pour frayer, il a été forcé de déposer son frai au large, sur les bancs extérieurs de la mer du Nord, où l'on a effectivement remarqué, dans ces dernières années, après sa disparition des côtes, les signes qui indiquent ordinairement que des quantités considérables de harengs ont stationné, savoir l'apparition en grand nombre de baleines et d'oiseaux aquatiques qui se nourrissent de harengs.

» Les pêches des harengs sont d'une grande importance pour certains districts de la Norvège occidentale. On s'est donc beaucoup préoccupé, chez nous, de la question de l'apparition périodique et de la disparition presque subite du hareng d'hiver. M. O. Sars fils, professeur à l'Université de Christiania, a surtout appuyé l'hypothèse précitée. Dans les expéditions norvégiennes pour l'exploration de l'Atlantique du Nord, on a remarqué que, sur des étendues immenses, la mer était couverte des animalcules qui font la nourriture principale du hareng. Ces surfaces, faciles à observer même à distance, à cause de la couleur particulière que ces ani-

malcules donnent à la mer, se trouvaient beaucoup plus à l'ouest que les navires marchands ne les avaient aperçues autrefois. Pendant les trois années consécutives de l'expédition, ces surfaces couvertes d'animalcules se déplaçaient vers l'est, dans la direction des côtes de la Norvège. On s'attendait donc à ce que le hareng revînt à nos côtes du sud-ouest, et effectivement, pendant les deux derniers hivers, quelques bandes de harengs ont commencé de nouveau à apparaître sur la côte extérieure de l'île de Karmö près de Stavanger, et de quelques autres îles.

» D'après cette hypothèse, ce sera donc la distance plus ou moins grande des régions où le hareng trouvera sa nourriture pendant l'été et l'automne, qui déterminera s'il peut revenir vers les côtes à temps pour frayer. Mais la cause du déplacement, tantôt vers l'ouest, tantôt vers l'est, de ces surfaces immenses couvertes par les animalcules qui servent de nourriture aux harengs, ne semble pouvoir être autre que la variation dans la direction des vents prédominants et les variations des courants de la mer dans ces parages.

» C'est donc toujours à l'étude de ces variations qu'il faut revenir pour pouvoir expliquer, et peut-être, jusqu'à un certain point, prédire, des variations dans la pêche si importante des harengs.

» Enfin, dans chaque période d'apparition des harengs, dans les années qui ont précédé immédiatement la disparition, on a observé que la pêche a toujours commencé très tard, vers la fin de janvier ou le commencement de février. Les pêcheurs ont toujours considéré l'apparition de plus en plus tardive des harengs comme un signe précurseur de leur disparition prochaine. »

M. Émile Blanchard, à la suite de la précédente Communication, remarque que les faits rapportés par M. Broch touchent non seulement un grand intérêt économique, mais encore un intérêt zoologique considérable. La reconnaissance des changements qui se produisent dans les courants des mers boréales mérite, dit-il, d'éveiller l'attention. Des courants capables d'entraîner, loin de la place qu'elles occupaient durant de longues périodes, les myriades de Mollusques et de Crustacés formant à la surface des eaux de véritables bancs, doivent modifier d'une manière très sensible, à diverses profondeurs, la distribution des espèces animales. C'est, pour les naturalistes qui s'occuperont des faunes des mers du Nord, une indication à retenir.

M. de Chazelles, ayant mis en ordre les instruments et la bibliothèque de Lavoisier, a bien voulu permettre à M. Dumas de s'assurer avec lui

qu'il n'y restait aucun document qui eût échappé aux recherches antérieures. Au cours de cet examen, trois Volumes manuscrits de Réaumur avec un grand nombre de dessins originaux ont attiré leur attention. M. de Chazelles a pensé, comme M. Dumas, que l'Académie pourrait désirer en prendre connaissance, et il s'est empressé de les mettre à sa disposition pour tout le temps qu'elle jugera nécessaire.

Outre les manuscrits de Réaumur, ces papiers contiennent quelques Lettres de naturalistes contemporains, et entre autres une fort belle Lettre autographe de Lyonnet sur la génération des Pucerons.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés) : MM. Hermite, O. Bonnet, Bertrand, Bouquet et Jordan réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Serret.

Prix extraordinaire de six mille francs, destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales : MM. Pâris, Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Mouchez et Tresca réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Perrier.

Prix Poncelet : MM. Hermite, Bertrand, Puiseux, Rolland et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Bouquet.

Prix Montyon (*Mécanique*) : MM. Phillips, Resal, Tresca, Rolland et Bresse réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant et Breguet.

Prix Plumey : MM. Dupuy de Lôme, Pâris, Jurien de la Gravière, Rolland et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Tresca et Bresse.

Prix Dalmont : MM. de la Gournerie, Phillips, Lalanne, Rolland et Resal réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Mangon et Tresca.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Premiers secours aux blessés sur le champ de bataille.* Note de M. H. Fournié, présentée par M. Larrey.

(Renvoi au Concours de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon.)

« Je me suis proposé de réunir, dans une collection de photographies que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, l'indication de tous les moyens que l'homme de troupe, éloigné des approvisionnements d'ambulance, peut mettre en usage en cas de blessure sur le champ de bataille.

» L'armement et l'équipement du soldat ont été pris pour point de départ de ces recherches. Mouchoirs, cravates, serviettes, couvertures, capotes-manteaux, bretelles, courroies de sac, fusils, sabres-baïonnette, sont mis successivement à contribution pour réaliser les premières indications des pansements d'urgence, de ces pansements qui résument le plus souvent, en l'absence d'autres secours, toute l'intervention chirurgicale sur le champ de bataille.

» Les transports à bras et par brancard, l'hémostase extemporanée, ont été l'objet d'une étude particulière. Les dispositifs reproduits à cet égard sont d'une grande simplicité. »

CORRESPONDANCE.

M. Charcot prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. H. Bocquillon prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la chaire devenue vacante, au Muséum d'Histoire naturelle, par la mort de M. *Decaisne*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une publication posthume de M. *Dubrunfaut*, intitulée « Mémoire sur la saccharification des fécules, présenté en 1822 à la Société centrale d'Agriculture de France, suivi de diverses Notes et Mémoires publiés depuis, et de travaux inédits sur la saccharification des matières amylacées par le malt. » (Ce volume est adressé à l'Académie par M. H. Leplay.)

2° Une brochure de M. *G. Le Bon*, intitulée « De Moscou aux monts Tatras; étude sur la formation actuelle d'une race. » (Présenté par M. de Quatrefages.)

ASTRONOMIE. — *Comète découverte, en Amérique, le 19 mars 1882; observations faites à l'Observatoire de Marseille;* par M. **Coggia**.

Dates. 1882.	Heures des observations. (Temps moyen de Marseille.)	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.
Mars 22.....	$12^h25^m22^s$	$17^h59^m22^s,33$	$55° 4'23'',5$	$-\bar{1},7214$	$-0,6588$	*a*
24.....	$14^h 6^m59^s$	$18^h 3^m 0^s,01$	$53°53'27'',4$	$-\bar{1},6524$	$-0,4495$	*b*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoiles.	Nom des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
a	34-35 Weisse (*n. c.*) H. XVIII, 7,8.	$18^h2^m58^s,38$	$55°11'21'',3$	Cat. W.
b	76 Weisse (*n. c.*) H. XVIII, 7.....	$18^h3^m57^s,20$	$53°36'27'',7$	Cat. W.

» Le 22 mars, la comète possède un noyau très condensé et une queue rectiligne très déliée. L'éclat du noyau est celui d'une étoile de 11e grandeur, et la longueur de la queue 6' environ. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète a 1882, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✱ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ✱ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
Mars 22..	*a*	8,5	$+ 0^m.50^s,11$	$\bar{1},672n$	$- 2'.56'',1$	0,771
23..	*b*	9	$- 0.53,68$	$\bar{1},658n$	$+ 1.19,9$	0,807
23..	*c*	8,5	$+ 1.51,87$	$\bar{1},433n$	$+ 0.26,4$	0,414
26..	*d*	9	$- 1. 0,60$	$\bar{1},385n$	$- 1.46,9$	0,342

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne. 1882,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Mars 22.	*a*, BD. 3106 + 34°....	17.58.27,66	+1,21	+34.57.41,6	−13,9
23.	*b*, 1961 Weisse, H. XVII.	18. 1.52,35	+1,21	+35.26. 2,6	−13,8
23.	*c*, 1874 » »	17.59.27,64	+1,23	+35.33.54,6	−14,0
26.	*d*, 200 » XVIII.	18. 6.43,51	+1,25	+37.22.33,7	−13,8

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Mars 22.....	11.25.58	17.59.18,98	+34.54.31,6	24 : 20	2 obs. *Leyde*, t. IV.
23.....	10.46. 0	18. 0.59,88	+35.27. 8,7	9 : 10	Weisse.
23.....	15.37.21	18. 1.20,74	+35.34. 7,0	18 : 24	(1)
26.....	15.50. 5	18. 5.44,16	+37.20.33,0	27 : 30	Weisse.

Remarques.

» *Mars* 22. — La comète a un noyau dont l'éclat est à peu près celui d'une étoile de 9e grandeur et une queue d'environ 8′ de longueur. Angle de position de la queue : 267°,8.

» *Mars* 26. — Angle de position de la queue : 265°,8. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances, des facules et des taches solaires, faites à l'Observatoire du Collège romain, pendant le quatrième trimestre de* 1881. Note de M. P. Tacchini.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 20 février 1882, j'ai appelé l'attention sur la régularité qu'on observe dans les oscillations, du nord au sud, de la fréquence des protubérances par trimestre. Je puis ajouter aujourd'hui que les observations du quatrième trimestre 1881

---

(1) L'étoile *c*, comparée avec l'équatorial à 1859 Weisse, H. VIII, m'a donné, par 10 : 10 comparaisons,

$$\star c - \star 1859, \quad +0^m 19^s,08, \quad -1'36'',9.$$

La position adoptée de l'étoile *c* résulte de là et des positions fournies par Weisse.

confirment la règle, en ce qui concerne l'année dernière. Voici le nombre des protubérances observées :

	Protubérances au nord.	Protubérances au sud.
Octobre	59	53
Novembre	157	112
Décembre	64	70

» Le nombre des jours d'observation a été de 8 dans le mois d'octobre, 22 en novembre, 12 en décembre. Les résultats obtenus, pour chaque mois, sont les suivants :

	1881. Octobre.	Novembre.	Décembre
Nombre moyen des protubérances par jour	13,4	11,6	10,1
Hauteur moyenne des protubérances	49″,4	45″,6	48″,4
Extension moyenne des protubérances	2,8	2,5	2,5

» Après le maximum de septembre, les protubérances solaires présentent donc une diminution progressive jusqu'à la fin de l'année. En comparant ces données avec celles du quatrième trimestre 1880, on voit que c'est, en particulier, le nombre des protubérances, presque double, qui représente l'augmentation de l'activité solaire, tandis que la hauteur et l'extension n'ont augmenté que très peu.

» Quant à la distribution des protubérances, des facules et des taches solaires, observées pendant le quatrième trimestre 1881, nous avons obtenu les résultats suivants :

Latitudes héliographiques.	Nombre des protubérances.	Nombre des groupes des facules.	Nombre des groupes des taches.
90° + 70°	4	0	0
70 + 50	104	0	0
50 + 30	77	18	0
30 + 10	73	107	36
10 — 0	22	28	9
0 — 10	13	12	1
10 — 30	88	65	23
30 — 50	55	12	0
50 — 70	62	0	0
70 — 90	7	0	0

» Les taches et les facules présentent, comme dans les trimestres précédents, deux maxima entre ± 10° et ± 30°, et les facules s'étendent à

des latitudes plus élevées que les taches. Les protubérances figurent dans toutes les zones, comme pendant le deuxième et le troisième trimestre, et le plus grand nombre tombe en dehors des zones des taches solaires ; on trouve encore quelques maxima là où il n'y a pas de tache.

» Pour les observations des taches et des facules, on a pu utiliser un nombre de jours plus grand, savoir, 18 en octobre, 26 en novembre, 18 en décembre. Voici les résultats :

	1881.		
	Octobre.	Novembre.	Décembre.
Fréquence relative des taches........	22,55	15,88	16,44
Fréquence des jours sans taches......	0,00	0,00	0,00
Grandeur relative des taches........	49,36	53,59	43,22
Grandeur relative des facules.......	133,05	41,73	59,17
Nombre des groupes de taches par jour.	5,11	3,54	3,22

» Pendant ce trimestre, la série a fourni quatre maxima et trois minima dans la fréquence des taches, le dernier minimum étant compris entre le 19 et le 29 décembre ; les intervalles qui les séparent sont à peu près égaux à une demi-rotation solaire. Les nombres des groupes de taches et de facules, dans chaque hémisphère solaire, ont été les suivants :

	Groupes de taches		Groupes de facules	
1881.	au nord.	au sud.	au nord.	au sud.
Octobre........	15	8	56	35
Novembre......	17	7	56	31
Décembre.......	13	9	41	23

» On voit que la fréquence est toujours plus grande dans l'hémisphère boréal du Soleil. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les hypercycles.* Note de M. LAGUERRE.

« 5. Un hypercycle étant donné, il existe deux systèmes de cycles qui lui sont doublement tangents. Le centre de similitude de deux cycles, pris arbitrairement dans l'un des systèmes, est situé sur une droite fixe $O\omega_0$, passant par le point de rencontre O des semi-droites fondamentales P et P'; parmi les cycles du système, il y en a un, Ω, qui touche ces semi-droites. Dans l'autre système existe également un cycle Θ qui touche P et P'; deux cycles appartenant à ce système ont leur centre de similitude sur une droite fixe $O\theta_0$. Je désignerai les cycles Ω et Θ sous le nom de *cycles principaux*, et les droites $O\omega_0$ et $O\theta_0$ sous le nom d'*axes de l'hypercycle*.

Les axes et les droites déterminés par les semi-droites fondamentales constituent un faisceau harmonique.

» Un cycle inscrit dans P et P′ a, en commun avec l'hypercycle, deux couples de tangentes conjuguées; ces tangentes forment un quadrilatère dont deux sommets sont situés sur la polaire de O, relativement au cycle considéré. Les quatre autres sommets sont distribués deux par deux sur les axes de la courbe.

» Le lieu des centres des cycles doublement tangents qui appartiennent au même système que Ω est une parabole Π_ω, et la courbe peut être considérée comme une anticaustique par réfraction de cette parabole, les rayons incidents étant perpendiculaires à la droite $O\omega_0$. A l'autre système de cycles doublement tangents correspond une autre parabole Π_θ, en sorte que, généralement, l'hypercycle peut être considéré de deux façons différentes, comme l'anticaustique d'une parabole.

» Dans certains cas particuliers, ces paraboles peuvent se réduire à des droites; dans le cas où l'un des deux axes est rejeté à l'infini, l'hypercycle est une courbe parallèle à une parabole.

» 6. L'hypercycle a été précédemment défini par les propriétés suivantes : les tangentes se distribuent par couples, de telle sorte que deux tangentes appartenant à un même couple (tangentes conjuguées) et les deux semi-droites fondamentales forment un système harmonique; les conjuguées harmoniques d'une semi-droite fixe D, par rapport aux couples de tangentes conjuguées, enveloppent un cycle K.

» Le même hypercycle peut être ainsi défini d'une infinité de façons; on peut, en effet, énoncer la propriété fondamentale suivante :

» *Étant donnée une semi-droite quelconque* Δ, *les conjuguées harmoniques des tangentes à ce cycle, relativement aux couples de tangentes conjuguées, enveloppent un cycle* Π.

» Je désignerai ce cycle sous le nom de *cycle polaire* de la semi-droite Δ; les propriétés de ces cycles présentent la plus grande analogie avec les propriétés des pôles des droites dans la théorie des coniques.

» Voici les principales de ces propriétés :

» Si une semi-droite Δ a pour cycle polaire le cycle Π, les cycles polaires de toutes les tangentes à Π sont tangents à Δ.

» Le cycle polaire d'une tangente à l'hypercycle touche cette courbe au point de contact de la tangente.

» En désignant par Π et Π′ les cycles polaires de deux semi-droites Δ et Δ′, on voit que les cycles polaires des tangentes communes à Π et Π′

touchent Δ et Δ'. Il en résulte qu'il y a deux cycles polaires qui touchent deux semi-droites données (ou qui touchent une semi-droite en un point donné); en particulier, il y a deux cycles polaires ayant un centre donné.

» Si les deux semi-droites Δ et Δ' sont opposées, les tangentes communes à Π et Π' ont pour cycles polaires deux points; il y a donc une infinité de semi-droites dont les cycles polaires se réduisent à des points. Le lieu de ces points est une conique H, ayant pour asymptotes les semi-droites fondamentales, et l'enveloppe des semi-droites correspondantes est un cycle $\mathfrak{K}$.

» Si une semi-droite se déplace parallèlement à elle-même, les cycles polaires demeurent tangents à deux semi-droites parallèles aux semi-droites fondamentales P et P'; le point de rencontre de ces semi-droites est situé sur la conique H.

» Réciproquement, si par un point quelconque de H on mène deux parallèles à P et P', tout cycle inscrit dans ces semi-droites est un cycle polaire de l'hypercycle.

» 7. Il ne sera peut-être pas inutile, pour éviter toute difficulté dans l'application des propositions précédentes, de présenter quelques observations sur certaines formes singulières sous lesquelles peut se présenter un cycle.

» Un système de semi-droites parallèles détermine un point à l'infini et sur une droite donnée se trouvent deux points à l'infini, correspondant aux deux semi-droites déterminées par la droite. Au point de vue où nous sommes placés, nous devons donc considérer les points à l'infini comme situés sur une conique aplatie, et se réduisant à la portion de la droite de l'infini comprise entre les deux ombilics du plan. A tout point de la *conique de l'infini* correspond ainsi un système de semi-droites parallèles.

» L'ensemble de deux points α et β de la conique de l'infini (défini par les parallèles à deux semi-droites fixes A et B) doit être considéré comme un cycle. Les tangentes à ce cycle, menées par un point M du plan, sont les semi-droites tracées par ce point parallèlement à A et B. Le centre de ce cycle est le point situé à l'infini sur la bissectrice des deux semi-droites A et B, et j'entends par là la droite qui est le lieu des centres des cycles tangents à A et à B.

» En s'appuyant sur les définitions précédentes, on peut dire que le cycle polaire d'une semi-droite parallèle à P se compose de deux points de la conique de l'infini, l'un de ces points étant situé sur la semi-droite P'. Semblablement, le cycle polaire d'une semi-droite parallèle à P' se compose de deux points à l'infini, dont l'un est situé sur P. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Pfaff.* Note de M. G. DARBOUX.

« On sait que Pfaff a fait connaître en 1814 la première méthode régulière permettant d'intégrer une équation aux dérivées partielles du premier ordre à un nombre quelconque de variables indépendantes. La marche qu'il a adoptée repose sur la considération des expressions différentielles telles que la suivante :

$$X_1 dx_1 + \ldots + X_n dx_n,$$

où $X_1, \ldots, X_n$ sont des fonctions connues de $x_1, \ldots, x_n$, et sur la réduction de ces expressions à une certaine forme canonique, réduction qui s'obtient par l'intégration de plusieurs systèmes d'équations différentielles ordinaires que l'on forme successivement. Cauchy, dans son Mémoire sur les équations aux dérivées partielles, et Jacobi, dans ses premières études sur ce sujet, ont obtenu le même résultat que Pfaff par des méthodes incomparablement plus simples, et ils ont ainsi mis en évidence ce fait important que, si l'on prend la forme différentielle particulière, correspondante à une équation aux dérivées partielles, il suffit d'intégrer complètement le premier système qui se présente dans l'application de la méthode de Pfaff pour obtenir l'intégration générale de l'équation proposée. La méthode de Pfaff exige donc, au moins en apparence, des intégrations inutiles. Cela explique sans doute pourquoi elle a été laissée si longtemps de côté par les géomètres; bien que, après les belles études qui ont été faites dans ces derniers temps, elle paraisse destinée à jouer le rôle principal dans la théorie des équations aux dérivées partielles.

» J'ignore si l'on a remarqué que la méthode de Pfaff, convenablement appliquée et rendue plus précise, devient aussi simple que toutes les autres. En tout cas, il est aisé d'établir que, dans le cas spécial de la forme correspondante à une équation aux dérivées partielles, l'intégration du premier système d'équations différentielles que l'on doit former dans la théorie de Pfaff conduit immédiatement à la forme réduite définitive et, par conséquent, dispense de toutes les intégrations qui devaient suivre celle du premier système.

» Considérons une forme

$$\theta_d = X_1 dx_1 + \ldots + X_n dx_n, \tag{1}$$

à un nombre pair de variables. Si l'on pose, pour abréger,

$$(2) \qquad a_{ik} = \frac{\partial X_i}{\partial x_k} - \frac{\partial X_k}{\partial x_i},$$

le premier système d'équations à intégrer est le suivant :

$$(3) \qquad \begin{cases} a_{11}dx_1 + \ldots + a_{1n}dx_n = X_1 dt, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_{n1}dx_1 + \ldots + a_{nn}dx_n = X_n dt, \end{cases}$$

où t est une variable introduite pour la symétrie. Ce système admet $n-1$ intégrales indépendantes de t. Si l'on désigne ces $n-1$ intégrales indépendantes, prises d'ailleurs d'une manière quelconque, par $y_1, \ldots, y_{n-1}$, on démontre que l'expression différentielle θ_d est réductible à la forme suivante :

$$(4) \qquad \theta_d = K(Y_1 dy_1 + \ldots + Y_{n-1} dy_{n-1}),$$

où les quantités Y_i sont des fonctions des seules variables y_i. C'est là le résultat essentiel et bien connu sur lequel je m'appuierai dans ce qui va suivre.

» Puisque le système (3) a $n-1$ intégrales seulement, une au moins des variables x_i, x_n par exemple, ne sera pas une intégrale. Parmi les différents systèmes d'intégrales indépendantes, nous choisirons celles qui se réduisent à $x_1, \ldots, x_{n-1}$ pour $x_n = x_n^0$. Ainsi, pour cette valeur x_n^0 attribuée à x_n, y_i se réduira à x_i. Supposons que, pour $x_n = x_n^0$, K se réduise à $\psi(x_1, \ldots, x_{n-1})$. Je puis, sans changer la forme de l'équation (4), diviser K par $\psi(y_1, \ldots, y_{n-1})$, à la condition de multiplier par la même fonction $\psi(y_1, \ldots, y_{n-1})$ toutes les quantités Y_i; et alors la nouvelle valeur de K ainsi obtenue *jouira de la propriété de se réduire à* 1 *quand on y fera* $x_n = x_n^0$. En comparant les formules (1) et (4), on aura donc l'identité

$$X_1 dx_1 + \ldots + X_n dx_n = K(Y_1 dy_1 + \ldots + Y_{n-1} dy_{n-1}),$$

où les valeurs de K, y_i se réduiront respectivement à 1 et à x_i, quand on fera $x_n = x_n^0$.

» Faisons donc $x_n = x_n^0$ et désignons par X_i^0 ce que devient X_i. On aura

$$X_1^0 dx_1 + \ldots + X_{n-1}^0 dx_{n-1} = Y'_1 dx_1 + \ldots + Y'_{n-1} dx_{n-1},$$

Y'_i désignant le résultat de la substitution de $x_1, \ldots, x_{n-1}$ à $y_1, \ldots, y_{n-1}$

dans Y_i, et par conséquent

$$Y'_i = X^0_i,$$

ce qui permet d'énoncer le théorème suivant : *Pour obtenir la forme qui multiplie* K *dans l'équation* (4), *il suffit de faire* $x_n = x^0_n$ *dans l'équation* (1), *puis de remplacer* $x_1, \ldots, x_{n-1}$ *par* $y_1, \ldots, y_{n-1}$. Une proposition analogue a lieu pour le cas où n est impair.

» Cela posé, soit à intégrer une équation aux dérivées partielles

$$(5) \qquad p_1 = f(z, x_1, \ldots, x_n, p_2, \ldots, p_n),$$

et soit

$$dz - f\,dx_1 - p_2\,dx_2 - \ldots - p_n\,dx_n$$

la forme de Pfaff correspondante à cette équation, forme qui contient les $2n$ variables $x_1, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n$. Le premier système de Pfaff relatif à cette forme sera

$$dx_1 = -\frac{dx_2}{\frac{\partial f}{\partial p_2}} = - \cdots = -\frac{dx_n}{\frac{\partial f}{\partial p_n}} = \frac{dp_2}{\frac{\partial f}{\partial x_2} + p_2\frac{\partial f}{\partial z}} = \cdots = \frac{dp_n}{\frac{\partial f}{\partial x_n} + p_n\frac{\partial f}{\partial z}},$$

et l'on voit que x_1 n'en sera jamais une intégrale. Si donc nous appliquons le théorème précédent et que nous désignions par $[z]$, $[x_i]$, $[p_k]$ les $2n-1$ intégrales qui se réduisent respectivement à z, x_i, p_k quand on fait $x_1 = x^0_1$, nous aurons

$$(6) \quad dz - p_1\,dx_1 - \ldots - p_n\,dx_n = \mathrm{K}\{d[z] - [p_2]d[x_2] - \ldots - [p_n]d[x_n]\},$$

c'est-à-dire *nous obtiendrons du premier coup la forme réduite qui devait être le terme de tous les calculs.* D'ailleurs on sait que toutes les méthodes d'intégration des équations aux dérivées partielles ont à la fois pour résultat et pour raison de leur succès la démonstration de l'identité précédente. Le théorème que j'avais en vue est donc complètement démontré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un groupe de substitutions linéaires.* Note de M. É. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une précédente Communication (voir *Comptes rendus*, 27 février 1882), j'ai considéré des fonctions uniformes de deux variables indépendantes u et v, qui se reproduisent pour un groupe d'une infinité de substitutions linéaires faites sur ces variables; c'est l'étude arithmétique de ces substitutions que je veux aborder aujourd'hui.

» Soit

$$(\mathrm{I})\qquad \begin{vmatrix} M_1 & P_1 & R_1 \\ M_2 & P_2 & R_2 \\ M_3 & P_3 & R_3 \end{vmatrix}$$

le Tableau des coefficients d'une substitution ; ces nombres sont des entiers complexes formés avec les racines cubiques de l'unité ; ils sont liés par les relations suivantes, où les lettres grecques représentent les quantités conjuguées des grandes lettres correspondantes,

$$(1)\qquad \begin{cases} R_1\rho_2 + R_2\rho_1 + R_3\rho_3 = M_1\pi_2 + M_2\pi_1 + M_3\pi_3 = 1, \\ M_1\mu_2 + M_2\mu_1 + M_3\mu_3 = 0, \\ P_1\pi_2 + P_2\pi_1 + P_3\pi_3 = 0, \\ R_1\mu_2 + R_2\mu_1 + R_3\mu_3 = 0, \\ R_1\pi_2 + R_2\pi_1 + R_3\pi_3 = 0. \end{cases}$$

Ces six relations représentent, sous une forme plus condensée, les neuf relations (4) de l'article cité.

» J'envisagerai aussi d'une manière plus générale les substitutions

$$(\mathrm{II})\qquad \begin{vmatrix} A_1 & B_1 & C_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 \\ A_3 & B_3 & C_3 \end{vmatrix},$$

où

$$(2)\qquad \begin{cases} C_1\gamma_2 + C_2\gamma_1 + C_3\gamma_3 = A_1\beta_2 + A_2\beta_1 + A_3\beta_3 = k, \\ A_1\alpha_2 + A_2\alpha_1 + A_3\alpha_3 = 0, \\ B_1\beta_2 + B_2\beta_1 + B_3\beta_3 = 0, \\ C_1\alpha_2 + C_2\alpha_1 + C_3\alpha_3 = 0, \\ C_1\beta_2 + C_2\beta_1 + C_3\beta_3 = 0, \end{cases}$$

où k est nécessairement un entier réel.

» Nous avons vu qu'en posant $u = u' + iu''$, $v = v' + iv''$, les fonctions étudiées de u et v n'étaient définies que pour les valeurs de u et v, telles que

$$2v' + u'^2 + u''^2 < 0.$$

Il importe donc de vérifier si cette inégalité subsiste après une transformation linéaire faite sur u et v. Or, en posant

$$u_1 = \frac{A_3 + B_3 v + C_3 u}{A_1 + B_1 v + C_1 u}, \quad v_1 = \frac{A_2 + B_2 v + C_2 u}{A_1 + B_1 v + C_1 u},$$

on reconnaît que

$$2v'_1 + u'^2_1 + u''^2_1 = k(2v' + u'^2 + u''^2),$$

et, si k est positif, on voit que l'inégalité subsistera après la transformation.

» Je dis maintenant que k ne peut pas être un entier quelconque ; on tire en effet des deux dernières équations (2)

$$\frac{C_1}{\alpha_1\beta_3 - \alpha_3\beta_1} = \frac{C_2}{\alpha_3\beta_2 - \alpha_2\beta_3} = \frac{C_3}{\alpha_2\beta_1 - \alpha_1\beta_2}.$$

» Soit s la valeur commune de ces rapports ; en substituant dans la première des équations (2) ces valeurs de C_1, C_2, C_3, on trouve, après diverses réductions,

$$s\sigma = \frac{1}{k},$$

σ étant conjugué de s, et l'on conclut de cette égalité que k doit être la norme d'un nombre complexe formé avec les racines cubiques de l'unité, c'est-à-dire un nombre de la forme $a^2 - ab + b^2$.

» Cela posé, soient S et S' deux substitutions du type (II), et T une substitution du type (I). Je définirai comme *équivalents* les systèmes S et S' si l'on a

$$S' = ST.$$

» Le nombre k étant donné, une question importante se présente maintenant : c'est la détermination du nombre des systèmes non équivalents. Je la traiterai en supposant que k soit premier. D'après ce qui a été dit plus haut sur la forme de k, ce sera un nombre premier de la forme $3n + 1$, et nous poserons

$$k = (a + b\lambda)(a + b\lambda^2),$$

λ désignant une racine cubique imaginaire de l'unité.

» Les systèmes non équivalents sont représentés par les types suivants :

$$(\alpha) \qquad \begin{vmatrix} 1 & -2hh_1 & -2h \\ 0 & k & 0 \\ 0 & 2h_1(a+b\rho) & a+b\rho \end{vmatrix},$$

ρ désignant λ ou λ^2, et h_1 étant conjugué de l'entier complexe h, à qui on

devra donner seulement des valeurs non congrues suivant le module k.

$$(\beta)\qquad \begin{vmatrix} -2\mu\mu_1 k & 1 & -2\mu(a+b\rho^2) \\ k & 0 & 0 \\ 2\mu_1(a+b\rho)^2 & 0 & a+b\rho \end{vmatrix},$$

μ_1 étant conjugué de μ, à qui on donnera des valeurs non congrues suivant le module $a+b\rho$.

$$(\gamma)\qquad \begin{vmatrix} 1+4hh_1+4h & -2hh_1 & -4hh_1-2h \\ -2k & k & 2k \\ -(a+b\rho^2)(4h_1+2) & 2h_1(a+b\rho^2) & (1+4h_1)(a+b\rho^2) \end{vmatrix},$$

h étant tel que

$$2h_1+1\equiv 0 \pmod{a+b\rho^2},$$

en excluant toutefois les valeurs pour lesquelles on a

$$\text{soit } h_1\equiv 0 \pmod{a+b\rho},\quad \text{soit } 2h_1+0\equiv 0 \pmod{k},$$

qui donneraient des substitutions rentrant dans les types précédents.

$$(\delta)\qquad \begin{vmatrix} 1+16hh_1+8h & -2hh_1 & -8hh_1-2h \\ -8k & k & 4k \\ -(a+b\rho^2)(16h_1+4) & 2h_1(a+b\rho^2) & (1+8h_1)(a+b\rho^2) \end{vmatrix},$$

h satisfaisant à la fois aux deux congruences

$$4h_1+1\equiv 0 \pmod{a+b\rho^2},\quad 1+4h+4hh_1\equiv 0 \pmod{a+b\rho^2};$$

et enfin

$$(\varepsilon)\qquad \begin{vmatrix} a+b\rho & 0 & 0 \\ 0 & a+b\rho & 0 \\ 0 & 0 & a+b\rho^2 \end{vmatrix}.$$

» Le nombre des systèmes non équivalents est donc

$$2k^2+2k+2(k-2)+2+2 \quad\text{ou}\quad 2k(k+2). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes discontinus.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Le fondement de mes recherches sur les fonctions fuchsiennes est l'étude des groupes discontinus contenus dans le groupe linéaire à une

variable, c'est-à-dire dans le groupe des substitutions

$$\left(x, \frac{ax+b}{cx+d}\right).$$

Les uns, les groupes fuchsiens, sont tels que a, b, c, d sont réels ou, plus généralement, que leurs substitutions conservent un certain cercle, appelé *cercle fondamental;* les autres, que j'ai appelés *kleinéens,* ne jouissent pas de cette propriété. On peut généraliser cette notion et se demander s'il n'existe pas de groupes discontinus contenus dans le groupe linéaire à deux variables, c'est-à-dire dans le groupe des substitutions

$$(1) \qquad \left(x, y, \frac{ax+by+c}{a''x+b''y+c''}, \frac{a'x+b'y+c'}{a''x+b''y+c''}\right).$$

» Dans une Note extrêmement intéressante, M. Picard a récemment donné un exemple d'un pareil groupe. Mon but est de montrer que d'autres considérations, arithmétiques, algébriques ou géométriques, permettent d'obtenir une infinité d'autres groupes discontinus.

» 1. Je supposerai d'abord que les coefficients des substitutions (1) sont réels et que leur déterminant est égal à 1. J'aurai ainsi des groupes analogues aux groupes fuchsiens à coefficients réels. Mais, parmi ceux-ci, il faut faire une distinction : les uns, comme ceux de la première famille, sont discontinus pour toutes les valeurs imaginaires de la variable, mais cessent de l'être pour les valeurs situées sur l'axe des quantités réelles, qui est une ligne singulière essentielle; les autres, comme ceux de la troisième famille, sont discontinus pour les valeurs réelles comme pour les valeurs imaginaires de x. Ce sont des groupes analogues à ces derniers que je vais d'abord chercher à former. Je vais chercher s'il existe des groupes de substitutions de la forme (1), à coefficients réels, qui soient discontinus pour les valeurs réelles de x et de y, ce qui entraînera également la discontinuité pour les valeurs imaginaires de ces variables, au moins dans une certaine étendue.

» Pour former un pareil groupe, il y a d'abord un moyen qui s'offre de lui-même à l'esprit. Considérons une forme quadratique

$$(2) \qquad F(x, y, z)$$

à coefficients entiers; elle admettra une infinité de substitutions semblables à coefficients entiers

$$(3) \quad (x, y, z,\ ax+by+cz,\ a'x+b'y+c'z,\ a''x+b''y+c''z).$$

Les substitutions correspondantes

$$\left(x, y, \frac{ax+by+c}{a''x+b''y+c''}, \frac{a'x+b'y+c'}{a''x+b''y+c''}\right)$$

formeront un groupe discontinu. Si l'on suppose que les coefficients de la forme (2) et ceux des substitutions semblables (3), au lieu d'être des entiers ordinaires, sont des entiers complexes, on obtient encore de la sorte un groupe discontinu pour les valeurs complexes de x et de y.

» 2. Je veux maintenant montrer comment, de chaque groupe fuchsien, on peut déduire un groupe formé de substitutions de la forme (1), à coefficients réels, et qui est discontinu pour les valeurs réelles et, par conséquent aussi, pour les valeurs imaginaires de x et de y. Soit

$$(4) \quad (x, y, z, \; ax+by+cz, \; a'x+b'y+c'z, \; a''x+b''y+c''z)$$

une substitution dont les coefficients sont réels, sans être nécessairement entiers, et qui reproduit la forme quadratique

$$z^2 - xy.$$

Considérons trois quantités réelles x, y, z, telles que $z^2 - xy$ soit négatif, et adjoignons-leur la quantité complexe t définie par l'équation

$$xt^2 + 2zt + y = 0.$$

A toute substitution linéaire

$$(5) \qquad \left(t, \frac{\alpha t+\beta}{\gamma t+\delta}\right),$$

dont les coefficients sont réels, correspondra une substitution de la forme (4) et, par conséquent aussi, une substitution

$$(6) \qquad \left(x, y, \frac{ax+by+c}{a''x+b''y+c''}, \frac{a'x+b'y+c'}{a''x+b''y+c''}\right).$$

lignes R'. Voici comment on pourra passer de la première subdivision à la seconde : on construira la sphère qui admet le cercle fondamental comme grand cercle, et l'on projettera *stéréographiquement* sur cette sphère les polygones R. On les projettera ensuite de nouveau, mais *orthogonalement*, sur le plan de la subdivision primitive, et l'on aura les polygones R'.

» La considération des groupes kleinéens m'aurait donné, par un procédé analogue, des groupes discontinus contenus dans le groupe linéaire à trois variables.

» Enfin, les notions qui précèdent sont susceptibles d'une généralisation très étendue. Mais, pour l'exposer ici, j'ai besoin de faire appel à certaines considérations algébriques et arithmétiques, qui feront, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une prochaine Note. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application de la résistance des matériaux aux pièces des machines.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Rolland.

« Les formules ordinaires de la résistance des matériaux supposent généralement que les composantes et les moments des forces extérieures peuvent être évalués comme s'il n'y avait pas eu de déformation, ce qui permet de ramener le problème à de simples quadratures.

» Cette hypothèse est presque toujours admissible pour les pièces employées dans les constructions civiles, où les efforts extérieurs, principalement dus à la pesanteur et aux réactions des points d'appui, n'éprouvent que de faibles variations par suite des déformations élastiques.

» Il n'en est plus de même pour les pièces de machines, dont les formes et les liaisons sont beaucoup plus compliquées, et dans lesquelles les actions principales proviennent souvent d'efforts élastiques exercés par les pièces en relation avec celle que l'on considère. Ces efforts dépendent essentiellement de la déformation inconnue et ne peuvent plus être convenablement évalués en prenant la pièce à l'état naturel. Le problème change alors de nature, et l'on est conduit, non plus à des quadratures, mais à des équations différentielles.

» Ce sont les équations générales, correspondant à ce cas important pour la théorie des machines, que nous nous proposons d'établir ici, en nous bornant toutefois, pour plus de simplicité, aux pièces planes à section constante, les seules employées habituellement.

» La même méthode s'appliquerait d'ailleurs aux pièces quelconques à double courbure.

» Nous prendrons comme éléments de la déformation les deux déplacements α, γ du centre de la section normale considérée, comptés suivant la tangente et la normale à la fibre neutre prise dans son état primitif, et la déviation angulaire θ de cette même section normale. Le sens positif des rotations est celui qui amène l'axe des α sur celui des γ par une rotation de $\frac{\pi}{2}$, et nous désignerons par s et ρ l'arc et le rayon de courbure de la fibre neutre dans l'état initial.

» Dans ces conditions, l'extension, le glissement et la flexion qui se produisent en chaque point ont pour expressions

$$\lambda = \frac{d\alpha}{ds} - \frac{\gamma}{\rho}, \quad \tau = \frac{d\gamma}{ds} + \frac{\alpha}{\rho} - \theta, \quad \varphi = \frac{d\theta}{ds},$$

et les équations du problème prennent la forme simple

$$\frac{d\lambda}{ds} - k\frac{\tau}{\rho} + \frac{\mathcal{L}}{\mathrm{ES}} = 0, \quad k\frac{d\tau}{ds} + \frac{\lambda}{\rho} + \frac{\mathfrak{T}}{\mathrm{ES}} = 0, \quad r^2\frac{d\varphi}{ds} + k\tau + \frac{\mathfrak{M}}{\mathrm{ES}} = 0,$$

dans lesquelles k représente le rapport des coefficients d'élasticité transversale et longitudinale, E ce dernier coefficient, S la surface de la section normale et r le rayon de gyration de cette section.

Les quantités $\mathcal{L}$, $\mathfrak{T}$, $\mathfrak{M}$ sont les composantes et les moments des efforts extérieurs agissant sur l'élément considéré. On peut remarquer déjà que $\mathfrak{M}$ est nul si les efforts en question ne produisent pas d'encastrement sur la pièce étudiée. L'effort tranchant devient alors la dérivée du moment fléchissant, quelle que soit d'ailleurs la forme de la pièce.

» Habituellement $\mathcal{L}$, $\mathfrak{T}$, $\mathfrak{M}$ se présentent sous la forme de fonctions linéaires des trois éléments de la déformation α, γ, θ. Il peut arriver cependant qu'il n'en soit pas ainsi si l'on évalue les déformations à partir de l'état naturel; mais, dans ce cas encore, on pourra ramener les équations à la forme linéaire en comptant les déformations à partir d'un état moyen différent de l'état naturel et convenablement choisi.

» Enfin, dans un grand nombre de cas, les déformations produites directement par l'extension et le glissement sont négligeables vis-à-vis de celles dues à la flexion. On peut alors regarder la pièce comme inextensible et les sections normales comme restant normales à la fibre neutre déformée, à la condition de mettre toutefois en évidence les efforts élas-

tiques longitudinaux et transversaux, qui ne sauraient être négligés. En appelant L et T ces efforts intérieurs, les équations du problème deviennent, dans ce cas,

$$\frac{d\alpha}{ds} - \frac{\gamma}{\rho} = 0, \quad \frac{d\gamma}{ds} + \frac{\alpha}{\rho} = \theta, \quad \varphi = \frac{d\theta}{ds},$$

$$\frac{dL}{ds} - \frac{T}{\rho} + \mathfrak{L} = 0, \quad \frac{dT}{ds} + \frac{L}{\rho} + \mathfrak{E} = 0, \quad ESr^2\frac{d\varphi}{ds} + T + \mathfrak{M} = 0. »$$

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la compressibilité des gaz.* Note de M. **E. Sarrau**, présentée par M. A. Cornu.

« 1. J'ai complété la vérification de la formule de M. Clausius par les expériences de M. Amagat, en appliquant à l'éthylène et à l'hydrogène le mode de calcul que j'ai fait connaître précédemment (¹).

» 2. *Éthylène.* — La détermination des coefficients avec les résultats obtenus aux températures de 16°,3 et 100°,0 a offert des difficultés particulières. Des irrégularités se sont présentées qui, bien qu'elles n'infirment pas la représentation générale des expériences par la formule, diminuent sûrement la précision des évaluations numériques.

» La discussion du calcul m'a conduit à admettre provisoirement les valeurs ci-après des constantes :

$$\log R = 0,98632, \quad \log K = 7,39360, \quad \alpha = 3,37, \quad \beta = 6,68.$$

» En calculant avec ces constantes quelques pressions correspondant aux volumes mesurés à différentes températures, on obtient les chiffres du tableau suivant, qui fait connaître en même temps les différences entre les pressions mesurées et calculées.

Température : 16°,3.				Température : 60°,0.				Température : 100°,0.			
Volume	p			Volume	p			Volume	p		
v.	mes.	calc.	Diff.	v.	mes.	calc.	Diff.	v.	mes.	calc.	Diff.
	m	m	m		m	m	m		m	m	m
85,60	25	24,1	+0,9	90,50	30	29,1	+0,9	77,75	40	39,3	+0,7
65,00	30	28,9	+0,1	27,43	70	70,2	−0,2	33,00	80	79,9	+0,1
33,75	40	40,0	»	16,90	100	104,8	−4,8	20,58	120	120,7	−0,7
17,00	50	53,1	−3,1	14,83	120	121,0	−1,0	16,16	160	155,4	+4,6

» L'accord des expériences et du calcul est moindre que celui qui a été

(¹) *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 639 et 718.

constaté pour les autres gaz; il est de plus à remarquer que, pour l'éthylène comme pour l'acide carbonique, les pressions calculées sont généralement plus faibles que les pressions calculées lorsque les volumes deviennent moindres que les valeurs inscrites dans le tableau de vérification.

» En prenant pour unités de pression et de volume la pression atmosphérique et le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro, les coefficients deviennent

$$R = 0{,}003663,\quad K = 2{,}688,\quad \alpha = 0{,}000967,\quad \beta = 0{,}001919.$$

Les éléments calculés du point critique sont :

$$v_c = 0{,}006739,\quad t_c = +1^\circ{,}5,\quad p_c = 43^{\text{atm}}{,}5.$$

Les expériences de Faraday, où la liquéfaction de l'éthylène s'est produite à la température de $-1^\circ{,}1$, sous une pression de $42^{\text{atm}}{,}5$, permettent de supposer que les valeurs assignées par le calcul à la température et à la pression du point critique ne sont pas bien éloignées de la réalité.

» 3. *Hydrogène.* — La perturbation par suite de laquelle l'hydrogène ne suit pas la loi de Mariotte dans les conditions des expériences est surtout due au « covolume » α. L'influence du second terme de la formule est très faible, et la détermination de K et β est, par suite, très incertaine. Aussi les coefficients ci-après, bien qu'ils aient été calculés avec beaucoup de soin et représentent avec une exactitude remarquable les résultats des expériences, ne peuvent-ils être admis que sous les plus expresses réserves :

$$\log R = 0{,}97413,\quad \log K = 5{,}68086,\quad \alpha = 3{,}00,\quad \beta = -1{,}45.$$

Les coefficients donnent lieu aux vérifications suivantes :

Température : 17°,7.				Température : 60°,4.				Température : 100°,1.			
Volume	p			Volume	p			Volume	p		
v.	mes. (m)	calc. (m)	Diff. (m)	v.	mes. (m)	calc. (m)	Diff. (m)	v.	mes. (m)	calc. (m)	Diff. (m)
94,33	30	29,80	+0,20	107,83	30	29,84	+0,16	120,33	30	29,87	+0,13
29,85	100	99,87	+0,03	34,00	100	99,97	+0,03	37,80	100	100,04	−0,04
16,20	200	199,92	+0,08	18,42	200	198,72	+1,28	20,27	200	199,92	+0,08
11,66	300	300,44	−0,44	13,12	300	299,84	+0,16	14,42	300	300,18	−0,18

» En adoptant pour unité de pression la pression atmosphérique, et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro, les valeurs des constantes deviennent

$$R = 0{,}003663,\quad K = 0{,}0551,\quad \alpha = 0{,}000887,\quad \beta = -0{,}000430.$$

» Si la valeur de β est réellement négative, la « pression interne » représentée par le second terme de la formule de M. Clausius varie, pour l'hydrogène, plus rapidement que le carré de la densité, contrairement à ce qui a lieu pour les autres gaz. Cette particularité, dont l'exactitude ne pourrait être affirmée qu'à la suite d'expériences faites à des températures notablement plus basses que celles qu'a réalisées M. Amagat, rend le calcul des éléments du point critique extrêmement incertain. On voit, en effet, que, si les constantes α et β sont du même ordre de grandeur et de signes contraires, la plus légère erreur sur ces constantes modifie beaucoup leur somme et par suite les valeurs, au point critique, de la température qui est proportionnelle à $(\alpha+\beta)^{-\frac{1}{2}}$ et surtout de la pression qui est proportionnelle à $(\alpha+\beta)^{-\frac{3}{2}}$ (*voir* p. 640).

» Sous ces réserves, voici les éléments calculés du *point critique de l'hydrogène :*

$$v_c = 0,001801, \quad t_c = -174^{\circ},2, \quad p_c = 98^{\text{atm}},9.$$

» 4. En résumé, il résulte des vérifications tirées des expériences de M. Amagat que la formule de M. Clausius représente la compressibilité des gaz étudiés, au nombre de six, avec une exactitude qui attribue une importance réelle aux déductions de cette formule relatives à la thermodynamique des fluides.

» En adoptant pour unité de pression la pression atmosphérique et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro, la valeur du coefficient R peut être uniformément réduite à 0,003663 pour tous les gaz; les valeurs des autres constantes sont résumées dans le tableau suivant ;

	K.	α.	β.
Hydrogène	0,0551	0,000887	— 0,000430
Azote	0,4464	0,001359	0,000263
Oxygène	0,5475	0,000890	0,000686
Formène	0,9295	0,001091	0,000840
Acide carbonique	2,092	0,000866	0,000949
Éthylène	2,688	0,000967	0,001919 »

PHYSIQUE. — *Sur la relation $\varphi(v, p, t) = 0$ relative aux gaz, et sur la loi de dilatation de ces corps sous volume constant;* par M. **E.-H. Amagat.**

« Plusieurs physiciens, et notamment Van der Waals et Clausius, ont cherché à établir, par des considérations théoriques, la relation $\varphi(p, v, t) = 0$

pour les gaz. Ces savants sont arrivés à des formules qui s'accordent d'une façon satisfaisante avec les données expérimentales, lorsqu'on ne dépasse pas certaines limites de température ou de pression, au delà desquelles le désaccord s'accentue de plus en plus, surtout pour les gaz voisins des circonstances de leur liquéfaction : c'est ce que montrent deux Communications qui viennent d'être faites à l'Académie par M. Sarrau, desquelles il résulte que, tandis que la formule de Clausius s'accorde bien pour l'oxygène et l'azote avec les résultats que j'ai donnés pour ces deux gaz; pour l'acide carbonique, au contraire, elle ne représente l'expérience que jusqu'à une certaine pression, qui augmente en général avec la température; il en serait probablement de même avec l'éthylène, dont le point critique m'a paru compris entre 8°,5 et 9°, quoique je n'aie fait à ce sujet que quelques expériences, incidemment, dans le cours de mes recherches. Toutefois, pour ce dernier gaz, Baynes a montré que la formule de Van der Waals représente bien la courbe que j'ai donnée pour la température de 20°, en prenant des coefficients numériques autres que ceux adoptés d'abord par Van der Waals, qui avait tenté la même vérification. La même formule reproduit avec concordance absolue, d'après Korteweg, les valeurs du coefficient de dilatation de l'acide carbonique sous la pression normale et jusqu'à 250°, que j'ai données en 1871.

» J'ai cherché à déduire une relation $\varphi(p, v, t) = 0$ directement des réseaux de courbes que j'ai donnés dans mon dernier Mémoire sur ce sujet [1]. Ces réseaux, qui pour l'acide carbonique et l'éthylène donnent les courbes de 10° en 10°, ont été construits en portant sur les abscisses les valeurs de p et sur les ordonnées les valeurs correspondantes de pv. Il en résulte que toute droite passant par l'origine est une ligne d'égal volume, car si, de ses points d'intersection avec deux courbes quelconques, on abaisse les ordonnées, on forme deux triangles semblables, qui donnent $\frac{p}{p'} = \frac{pv}{p'v'}$, d'où $v = v'$.

» L'examen des réseaux de l'acide carbonique et de l'éthylène, plus instructifs que les autres, à cause de la proximité du point critique, m'a montré que les lignes d'égal volume sont coupées par les courbes relatives à deux températures quelconques en segments sensiblement proportionnels aux différences de températures auxquelles ces lignes se rapportent. Il en résulte qu'on peut écrire, pour une ligne quelconque d'égal volume,

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXII, 1881.

$\frac{dp}{dt} = C$, d'où $p = C(t - t_0)$, C et t_0 étant des constantes qui ne dépendent que de la ligne d'égal volume choisie, et par conséquent fonction du volume seul; on a donc

$$(1) \qquad p = f(v)[T - F(v)],$$

T étant la température absolue. Cette relation, s'appliquant, du reste, à une ligne quelconque d'égal volume, est la forme générale de la relation cherchée.

» L'étude des réseaux de courbes montre nettement que $F(v)$ tend à s'annuler quand le volume devient très grand; j'ai calculé cette fonction pour un très grand nombre de valeurs de v, ce qui est très facile, car la considération des deux triangles cités plus haut donne de suite

$$\frac{p}{p'} = \frac{T - F(v)}{T' - F(v)},$$

d'où l'on tire $F(v)$, qui exprime numériquement un nombre de degrés.

» Pour l'acide carbonique, cette fonction, nulle d'abord quand le volume est très grand, augmente, celui-ci diminuant, passe par un maximum sensiblement égal à 282° pour $v = 0,00265$ (l'unité de volume étant rapportée à zéro et à 1^{atm}), puis décroît assez rapidement. On arrive à bien représenter les résultats en posant

$$F(v) = \frac{M(v - \alpha)}{v^m + av^{m-1} + \ldots + k},$$

m étant au moins égal à 2, et α le volume atomique.

» Quant à la fonction $f(v)$, elle doit être telle que la relation cherchée se réduise à $p(v - \alpha) = AT$ pour des valeurs suffisamment grandes de v, comme cela a lieu sensiblement pour l'hydrogène dès la température ordinaire; on pourra donc poser, puisque précisément dans ces circonstances $F(v)$ s'annule, $f(v) = \frac{\varphi(v)}{v - \alpha}$, et la relation (1) prend la forme

$$(2) \qquad p(v - \alpha) = \varphi(v)\left[T - \frac{M(v - \alpha)}{v^m + av^{m-1} + \ldots + k}\right].$$

» En calculant, au moyen de cette formule, les valeurs de $\varphi(v)$ pour un grand nombre de valeurs de v, depuis $v = 1$ jusqu'aux plus petites valeurs consignées au Tableau numérique de l'acide carbonique, j'ai reconnu que cette fonction varie d'abord assez peu; d'abord égale à 0,00368 pour $v = 1$, elle croît lentement jusqu'à prendre la valeur 0,00420, puis diminue et

paraît devenir sensiblement constante; il est donc facile de la représenter empiriquement.

» Si la fonction $\varphi(v)$ était absolument constante, la relation (2) prendrait la forme

$$p(v-\alpha) = \mathrm{A}\left[\mathrm{T} - \frac{\mathrm{M}(v-\alpha)}{v^m + av^{m-1} + \ldots + k}\right]$$

ou

$$\left(p + \frac{\mathrm{M}}{v^m + av^{m-1} + \ldots + k}\right)(v-\alpha) = \mathrm{AT},$$

qui contiendrait comme cas particulier la formule de Van der Waals, qui est

$$\left(p + \frac{\mathrm{M}}{v^2}\right)(v-\alpha) = \mathrm{AT}.$$

» La formule (2) peut paraître présenter d'assez grandes difficultés dans le calcul des coefficients numériques : il n'en est rien, parce que, en suivant la marche que je viens d'indiquer, les coefficients des fonctions $\mathrm{F}(v)$ et $\varphi(v)$ se calculent séparément.

» La relation $p = c(t - t_0)$, à laquelle j'ai été conduit dès le début, contient évidemment la loi de dilatation des gaz sous volume constant, qui peut s'énoncer ainsi : *Lorsqu'on chauffe une masse déterminée de gaz sous volume constant, la pression est continuellement proportionnelle à la température absolue, diminuée d'une quantité constante. Cette quantité varie avec le volume arbitrairement choisi et ne dépend que de lui.*

» Pour les gaz parfaits, il résulte de la forme même de $\mathrm{F}(v)$ que la constante devient nulle, et alors la pression est simplement proportionnelle à la température absolue.

» Les considérations qui précèdent ne s'appliquent qu'à l'état gazeux proprement dit, c'est-à-dire à un réseau de courbes relatives à des températures supérieures au point critique, ou tout au moins, pour les autres courbes, à des pressions inférieures à celles qui produisent la liquéfaction. S'il s'agissait d'obtenir une relation s'appliquant à la fois à l'état gazeux et à l'état liquide, on n'aurait plus $\frac{dp}{dt} = f(v)$, car, au-dessous du point critique, les courbes doivent forcément se resserrer rapidement; $f(v)$ et $\mathrm{F}(v)$ deviennent fonction aussi de la température, comme cela a lieu dans la formule de Clausius

$$\left(p + \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{T}(v+\beta)^2}\right)(v-\alpha) = \mathrm{AT},$$

pour le terme qui correspondrait à $\mathrm{F}(v)$; toutefois, ce terme $\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{T}(v+\beta)^2}$ de-

vrait contenir T sous une forme plus compliquée, car, d'après ce qui précède, l'influence de la température sur lui doit diminuer très rapidement au-dessus du point critique; encore faut-il tenir compte de ce que le terme $\varphi(v)$ n'existe pas dans cette formule ou plutôt se trouve réduit à une constante. Je me propose de déterminer prochainement les données expérimentales nécessaires à l'étude de cette question, qui présente certainement d'assez grandes difficultés. »

PHYSIQUE. — *Sur une certaine classe de figures équipotentielles et sur les imitations hydrauliques de M. Decharme;* par M. **Ad. Guébhard**.

« Parmi tous les systèmes équipotentiels (ou isothermes) à pôles multiples, une classe mérite d'être particulièrement remarquée : c'est celle où, la formule de Kirchhoff n'ayant plus de dénominateur, il ne reste dans le plan que des pôles de même nom, donnant naissance à des courbes de la forme $\Pi r^k = \text{const.}$ Il est de locution courante de dire alors que la sortie du flux électrique (ou thermique) se fait par un pôle infiniment éloigné, et cette condition est très suffisamment réalisable, dans mes expériences ([1]), par le rejet de l'électrode correspondante sur le bord extrême et presque au contact de la feuille métallique. Mais c'est en vain qu'on essaye ainsi de rechercher, dans la figuration électrochimique des systèmes calculés, la rigueur que donnent pourtant des cas beaucoup plus compliqués. Au lieu d'obtenir, par exemple, pour des distributions polaires en polygones réguliers, les *cassinoïdes* de MM. Darboux ([2]) et F. Lucas ([3]) [*lemniscates supérieures* de Holzmüller ([4])], et, parmi elles, la courbe nodale à boucles étoilées ou *spirale sinusoïde* de M. Haton de la Goupillière ([5]), on trouverait constamment d'autres figures non moins régulières, mais paraissant répondre toujours à la formation d'une sorte de pôle surnuméraire et au croisement central de toutes les lignes de force qui, régulièrement, devraient se contourner comme des hyperboles, sans sortir d'un angle déterminé.

» La constance des résultats ne permettant pas d'accuser le procédé

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 984; t. XCIII, p. 403; t. XCIV, p. 437.

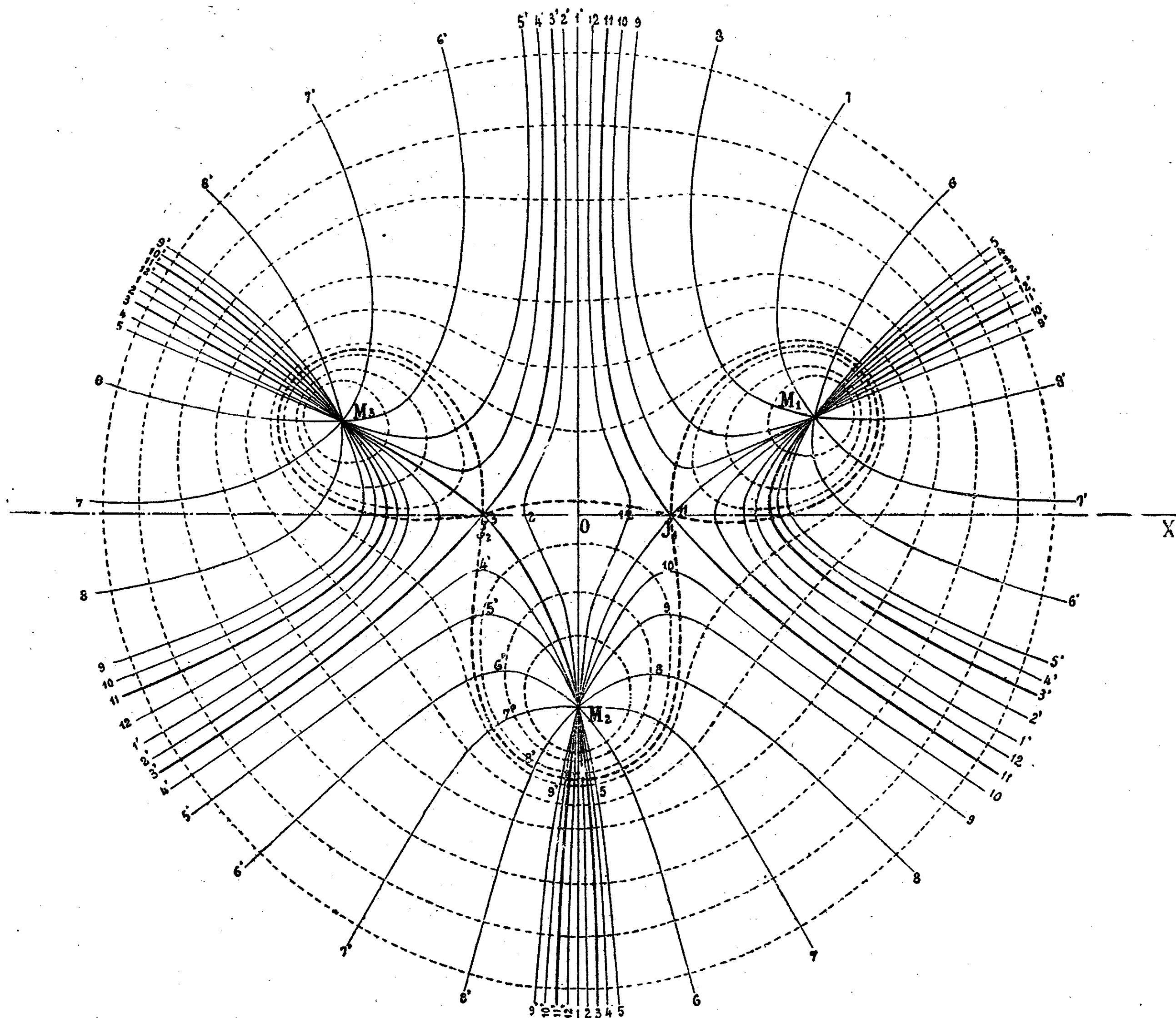
([2]) *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Bordeaux*, t. VIII, p. 291; 1872.

([3]) *Journal de l'École Polytechnique*, t. XXVIII, p. 1; 1879.

([4]) *Schlömilch's Zeitschrift für Math.*, t. XXI, p. 325; 1876.

([5]) *Journal de l'École Polytechnique*, t. XXII, p. 15; 1861.

expérimental, une étude minutieuse de tous les détails m'amena finalement à substituer au simple *pôle* de l'infini un *cercle polaire*, et à réaliser ainsi



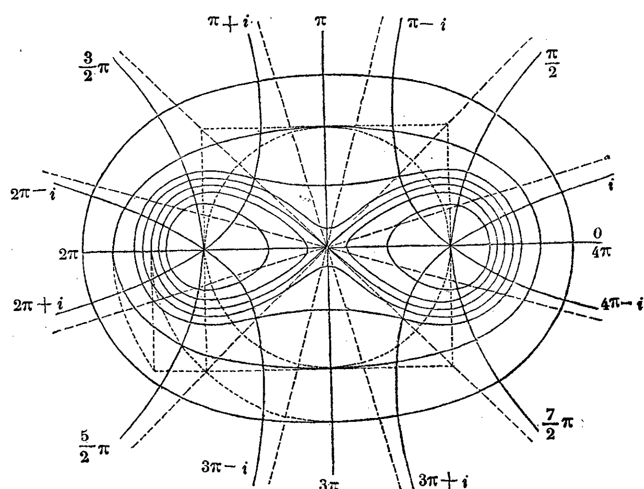
une condition que m'auraient dictée plus tôt les considérations théoriques les plus simples [1], si je n'avais été abusé par l'interprétation trop littérale

---

[1] *Voir* en particulier le Mémoire cité de M. F. Lucas, p. 3.

d'une locution inexacte usitée chez différents auteurs. Actuellement, j'obtiens ici cette même précision qui peut constituer, en vue des applications futures, l'utilité de ma méthode; et les combinaisons régulières de quatre, cinq, six pôles que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie font ressortir, à côté de mes premiers essais, l'importance à la fois théorique et pratique de ce détail expérimental, aussi bien que les figures à deux et trois pôles réalisées d'après les dessins ci-joints de Lamé ([1]) et de M. Lucas.

» Toutes ces figures peuvent d'ailleurs s'obtenir encore plus simplement



sans pile, par le vieux procédé de Fechner ([2]), c'est-à-dire par le contact direct de fils de zinc ou de plomb. Les mêmes particularités se retrouvent alors, avec d'autres qu'étudie M. le Dr Bagneris au laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine. L'influence d'un cadre extérieur, pour fermer le circuit, est tout à fait marquée, et les exemples variés que je puis présenter aujourd'hui ne laissent aucun doute sur la vérification de la loi potentielle.

» A cette loi, enfin, et à cette même catégorie de figures, se rattachent aussi très intimement les dernières imitations hydrauliques de M. Decharme ([3]). En comparant les dépôts sédimentaires de filets liquides ver-

---

([1]) *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 223.

([2]) *Schweigger's Journal für Chemie und Physik*, t. LV, p. 442; 1829. Aussi Marx, *ibid.*, t. LVII, p. 384; 1829. Elsner, *Dingler's Polytechnisches Journal*, t. LXXXV, p. 54; 1842.

([3]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 643.

ticaux aux dépôts électrolytiques des anneaux de Nobili, M. Decharme apporte une vérification de plus à la loi de forme que j'ai établie pour ceux-ci ; car, pour ceux-là, la théorie avait précédé l'expérience, et les calculs classiques de Helmholtz ([1]), vérifiés sous toutes sortes de formes, ont établi d'une manière indubitable l'application de l'équation Δ à l'écoulement stationnaire des liquides en deux dimensions. De même qu'on avait calculé, avant l'ingénieuse réalisation de M. Decharme, les attractions et répulsions de *filets tourbillonnaires* ([2]), de même on peut prévoir une généralisation très grande de ses figures hydrauliques. Avec des orifices de chute, ou plutôt des syphonnements convenablement calculés, on imite des pôles négatifs, et d'anciens essais, demeurés sans suite, m'avaient permis d'attendre des résultats fort curieux de l'emploi de précipitations chimiques ou de pâtes solubles, en couches de couleurs alternées. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Indicateur téléphonique de la torsion et de la vitesse de rotation de l'axe moteur des machines et, par conséquent, du travail.* Note de M. C. **Resio**, présentée par M. Th. du Moncel.

[redacted]

des machines, permettait d'en mesurer la torsion à l'aide du téléphone. Mais, avec un tel procédé, il faut deux personnes : une au téléphone, qui

à l'axe moteur, forme le transmetteur; l'autre, placée où l'on veut, constitue l'appareil récepteur. Le principe sur lequel il est fondé peut s'énoncer de la manière suivante :

« Si, dans un circuit contenant une pile et un interrupteur de courant capable de donner un son, il y a deux bobines identiques A, A' disposées en tension, une *dextrorsum*, l'autre *sinistrorsum*, les courants d'induction, excités dans deux autres bobines (induites) B, B', égales en tout, et reliées en tension dans un circuit contenant un téléphone, se détruiront, et, par conséquent, le téléphone sera muet, si elles sont également distantes des bobines inductrices A, A'; mais il émettra un son, si ces distances ne sont pas égales. »

» Pour avoir une idée du transmetteur, imaginons, sur l'axe moteur de la machine, une tige rigide, ayant une longueur de $1^m,50$ à 2^m, disposée de manière que sa direction soit parallèle à l'axe; qu'elle soit fixée à celui-ci à un de ses bouts et que, à l'extrémité libre, elle porte une bobine inductrice A. Si, vis-à-vis de cette bobine, nous placons, sur l'arbre moteur, une bobine induite B à une certaine distance et de manière que leur axe soit sur la même ligne droite, il est évident que, à cause de la torsion de l'axe moteur dans la partie de sa longueur occupée par la tige rigide, la bobine inductrice s'approchera ou s'éloignera de la bobine induite, selon la direction de la rotation, et que la distance d des bobines aura une relation avec l'effort moteur, relation qu'on doit déterminer expérimentalement.

» Le récepteur se compose de deux bobines A', B', identiques en tout à celles du transmetteur, placées de la même manière et à la même distance. Une d'elles, A', peut glisser sur une échelle graduée, et, par suite, s'approcher ou s'éloigner de la bobine fixe B'.

» Maintenant, supposons que les bobines inductrices A, A' du transmetteur et du récepteur soient disposées en tension dans un circuit contenant une pile et un interrupteur formé par une roue dentée isolée sur l'axe moteur. Alors, à chaque révolution de l'axe, on aura, dans ce circuit, un nombre de courants égal au nombre des dents de la roue. Or, les bobines induites B, B', reliées en tension, étant introduites dans un autre circuit contenant un téléphone, celui-ci émettra un son très fort, si les courants excités étaient dirigés dans le même sens dans le circuit induit. Mais, puisque les bobines inductrices sont disposées de manière à exciter des courants contraires dans les bobines induites, il s'ensuit que le téléphone sera muet, si la distance des bobines du récepteur est égale à la distance des bobines du transmetteur. On procède donc de la manière suivante pour déterminer l'effort transmis à l'axe de la machine.

» On déplace la bobine A' du récepteur jusqu'à ce que le téléphone devienne muet; alors la distance des bobines du récepteur sera égale à celle des bobines du transmetteur : on connaîtra donc l'effort moteur, puisqu'on aura déterminé préalablement cet effort F correspondant aux diverses distances de ces bobines, et on pourra l'écrire sur l'échelle du récepteur au lieu des distances. Si donc L est le bras de levier de l'effort déterminé, le travail de la machine à chaque tour de l'axe sera $2\pi LF$.

» Mais, pour calculer le travail de la machine dans l'unité de temps, il faut encore connaître le nombre des tours de l'axe par seconde. On le détermine de la manière suivante. A côté du téléphone de l'appareil récepteur, est placé un dispason dont les branches portent deux masses égales qu'on peut déplacer; pour chaque position des masses sur les branches est inscrit le nombre de vibrations correspondantes. Maintenant il est facile de déterminer le nombre des tours de l'axe moteur dans l'unité de temps. On écoute au téléphone, dont le son est assez fort, et en même temps on écoute au diapason, et on déplace les masses jusqu'à ce que l'on arrive à l'unisson avec le téléphone. Soit alors N le nombre des vibrations du diapason; le nombre n des dents de la roue qui fonctionne comme interrupteur étant connu, le nombre des tours de l'axe moteur par seconde sera évidemment $\frac{N}{n}$. On a donc tous les éléments du travail, qui sera donné par la formule

$$T = 2\pi LF\frac{N}{n}.$$

» Si l'axe de la machine n'est pas assez long, il faut modifier le transmetteur. Quand le mouvement est transmis à l'axe à l'aide d'une courroie, on peut le modifier de la manière suivante. Une poulie folle est reliée par des ressorts à une poulie fixe sur l'axe; à celle-là on applique la bobine inductrice A, et à celle-ci la bobine induite B, et on les met en présence l'une de l'autre à une distance convenable. En conservant pour le reste la disposition indiquée, on détermine les éléments du travail de la même manière.

» On a supposé que les distances des bobines du récepteur sont égales à celles des bobines du transmetteur, lorsque le téléphone est muet; mais il peut arriver qu'il n'en soit pas ainsi; toutefois, puisqu'à chaque effort appliqué à l'axe moteur on a déterminé la distance pour laquelle le téléphone est muet, le nombre inscrit sur l'échelle donnera toujours l'effort transmis. On a aussi supposé que la torsion était constante pendant l'expérience; elle peut cependant varier périodiquement à chaque révolution de l'axe

moteur. Dans ce cas, la position du téléphone, lorsqu'il émet un son d'intensité *minima*, fera connaître l'effort *moyen*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des courants téléphoniques sur le galvanomètre*. Note de M. DE CHARDONNET. (Extrait d'une Lettre à M. A. Cornu.)

« Si l'on remplace, dans le circuit téléphonique, le récepteur par un galvanomètre très sensible, et qu'on influence le transmetteur au moyen d'un diapason, d'un tuyau d'orgue ou de la voix, on n'observe aucune déviation tant que le son conserve la même intensité ; mais, dès que la sonorité augmente ou diminue, l'aiguille est déviée : ce mouvement change de sens selon que l'amplitude des vibrations du corps sonore est en accroissement ou en décroissance. L'effet est plus marqué lorsque le transmetteur est ébranlé par un bruit de courte durée, comme une détonation, ou par un corps légèrement frappé sur la plaque vibrante. Dans ce dernier cas, l'aiguille du galvanomètre saute comme l'aiguille des secondes d'une horloge. L'expérience réussit très bien aussi en approchant ou en éloignant vivement le corps sonore du transmetteur. Ces déviations apparaissent naturellement beaucoup mieux lorsqu'on se sert d'un transmetteur à microphone, comme le transmetteur Ader, mais elles sont visibles avec toute espèce de téléphone.

» L'explication paraît simple, au moins pour l'ensemble des faits :

» Tant que les oscillations de la plaque vibrante conservent la même amplitude, et, par conséquent, la même vitesse, les courants induits alternativement, dans les deux sens, à chaque vibration complète, compensent leur action sur le galvanomètre, soit qu'ils émanent d'un électro-aimant, soit qu'ils émanent d'un microphone. Mais, si les oscillations tendent vers zéro, par exemple, chaque demi-oscillation impaire a plus d'amplitude que la demi-oscillation paire suivante, et les courants induits direct et inverse ne mettent plus en mouvement, deux à deux, les mêmes quantités d'électricité. Les résidus, de même signe à chaque oscillation complète, s'accumulent pour faire dévier l'aiguille, et la déviation est d'autant plus grande que le son décroît plus rapidement. C'est ce que démontre l'expérience. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'absorption de l'ozone*. Note de M. J. CHAPPUIS, présentée par M. Jamin.

« Le spectre d'absorption de l'ozone, dont j'ai signalé l'existence dans une précédente Note, caractérise, à lui seul, ce gaz mieux qu'aucune autre de ses propriétés physiques ou chimiques. Cet examen optique est d'une sensibilité assez grande pour permettre de déceler des traces d'ozone, quand on opère avec une colonne gazeuse de longueur suffisante.

» Nous nous sommes servis, M. Hautefeuille et moi, de cette méthode de recherche des composés gazeux à l'aide du spectroscope; elle nous a permis l'étude de la décomposition de l'ozone par la chaleur et l'étude des produits obtenus par l'électrisation de l'acide carbonique; enfin des bandes nouvelles, observées dans le spectre d'absorption de l'ozone, lorsque ce gaz provenait de l'électrisation d'un mélange d'oxygène et d'azote, nous ont conduit à établir l'existence de l'acide pernitrique et nous ont permis de reconnaître quelques-unes des propriétés de ce composé nouveau.

» Ces recherches ont pour base une connaissance exacte du spectre de l'ozone : je pense donc que ce sera faciliter l'étude des réactions dans lesquelles l'ozone peut jouer un rôle que de donner une description complète de son spectre.

» Sans entrer dans les détails d'expériences, je résumerai rapidement les résultats obtenus dans les observations variées que j'ai pu faire : détermination de la position des bandes exprimée en longueurs d'onde; description de l'apparence de ces bandes, de leur ordre d'apparition lorsque la longueur du gaz traversé ou sa pression change; étude de l'effet produit par un abaissement de température, et enfin observation du spectre d'absorption de l'ozone liquide.

» I. J'ai dressé le Tableau suivant, qui donne la position des bandes du spectre d'absorption de l'ozone, exprimée en longueurs d'onde. J'ai fait usage d'un spectroscope portant à volonté un ou deux prismes; le rayon lumineux analysé avait traversé un tube long de $4^m,50$ et plein d'oxygène ozonisé préparé à la pression atmosphérique et à la température de 15°.

Numéros.	λ		Largeur.
1........	628,5	»	»
2........	609,5	593,5	16
3........	577,0	560,0	17
4........	547,0	544,5	2,5

Numéros.	λ		Largeur.
5........	535,0	527,0	6,5
6........	508,5	502,0	6,5
7........	492,5	491,0	1,5
8........	484,5	479,0	4,5
9........	470,0	468,5	1,5
10........	464,5	460,0	4,5
11........	444,0	»	»

» II. La bande n° 1 n'a pu être observée que deux fois dans les expériences où l'ozone a été préparé avec le plus grand soin et traversé sous la plus grande longueur.

» La deuxième est de toutes la plus visible; elle n'est pas également sombre dans toute sa largeur; elle présente une ombre très forte s'étalant de 603,5 à 597, puis à gauche et à droite une sorte de pénombre qui s'arrête assez nettement aux limites indiquées dans le Tableau.

» La troisième bande paraît beaucoup plus sombre dans la région voisine de D; le maximum est très voisin de 573,5; elle va en décroissant de D vers E.

» La teinte des autres bandes est uniforme, et c'est à peine si les bords se fondent un peu, laissant quelque incertitude sur le point où elles commencent et où elles finissent.

» J'ai fait de nombreuses photographies dans l'espoir de trouver de nouvelles bandes dans les régions voisines de G et de H et dans l'espace compris entre ces deux raies; l'ozone absorbe partiellement la lumière de cette région spectrale sans y produire de bandes.

» Tous les essais que j'ai faits pour arriver à résoudre les bandes les plus larges et les plus noires en raies fines sont restés sans succès. L'emploi de plusieurs prismes pour l'étude de ce spectre ne présente que des inconvénients. C'est bien en réalité un spectre de bandes et non un spectre de lignes; observées avec un spectroscope à deux prismes de sulfure de carbone, ces bandes s'étalent et perdent leur netteté.

» III. Brewster a constaté pour la première fois, en étudiant le spectre d'absorption de l'acide hypoazotique, que les bandes obscures apparaissent successivement, et augmentent en largeur et en intensité quand l'épaisseur ou la pression du gaz traversé augmente; dans le cas de l'ozone, des faits analogues sont faciles à observer.

» Les bandes 2 et 3 se voient d'abord; ces deux bandes encadrent la raie D:

ce sont celles qu'il faut toujours rechercher dans les expériences, comme caractéristiques de l'ozone.

» Ensuite viennent successivement les bandes 5, 6 et 8; les bandes 10 et 11 apparaissent en troisième lieu et presque en même temps.

» Ce n'est que dans les meilleures expériences que l'on voit enfin les bandes 4, 7 et 9, et même dans ces conditions la bande 1 est difficile à saisir.

» De nombreuses expériences, faites à la pression atmosphérique dans des tubes de longueurs variées, et à des pressions très différentes, comprises entre 1 et 45^{atm} dans un tube de $0^m,20$ de long, m'ont prouvé que le nombre et l'obscurité des bandes visibles augmentent avec la longueur ou la pression du gaz traversé; l'apparence particulière des bandes dues à l'ozone, qui sont estompées sur les bords, exclut la possibilité de mesures bien précises, permettant d'évaluer leur accroissement de largeur.

» IV. Un abaissement de température détermine pour l'ozone, à l'inverse de ce qui arrive pour l'acide hypoazotique, une augmentation dans l'intensité de la coloration. Des expériences nombreuses et dans des conditions très variées m'ont appris qu'un abaissement de température augmente aussi le nombre et l'intensité des bandes visibles. Cette observation montre que, pour juger de la teneur en ozone d'un mélange gazeux, soit à l'aide de la coloration, soit à l'aide des bandes d'absorption, il ne suffirait pas de tenir compte de l'épaisseur du gaz traversé et de sa pression.

» V. Enfin j'ai réussi à analyser au spectroscope un rayon lumineux ayant traversé le liquide mixte, coloré en bleu, que l'on obtient en comprimant un mélange d'acide carbonique et d'ozone. J'ai pu observer ainsi un spectre d'absorption identique à celui de l'ozone gazeux, mais limité, à cause de la faible épaisseur du liquide traversé, aux deux bandes voisines de D, et que j'ai désignées comme étant les caractéristiques de l'ozone [1]. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'ozone;* par M. l'abbé **Mailfert**.

« Ces recherches ont eu pour objet l'étude de l'action de l'ozone sur les matières organiques, sur plusieurs oxydes et sulfures métalliques et sur des sels dont les bases sont susceptibles de se suroxyder. Un certain nombre d'expériences demandant à être complétées, je n'indiquerai dans

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

cette Note, et seulement pour prendre date, que les principaux résultats qui ont été obtenus.

SELS DE SOUS-OXYDE DE MERCURE.

» *Nitrate.* — Ce sel est entièrement décomposé par l'ozone : il se forme du nitrate mercurique qui reste en dissolution, et un précipité jaune d'azotate trimercurique ou turbith nitreux.

» *Sulfate.* — Le sulfate donne des résultats analogues : on obtient un sulfate mercurique acide et un précipité jaune : le turbith minéral.

» *Sous-chlorure.* — La décomposition de ce sel, quoique un peu plus lente que les précédentes, est également complète : il se forme du bichlorure et un précipité rouge-brique qui paraît être un oxychlorure de mercure.

» *Sous-bromure.* — Ce sel donne une réaction analogue à la précédente : formation de bibromure et d'oxybromure.

» *Sous-iodure.* — Avec ce sel, la réaction est extrêmement lente : après quinze heures de passage de l'ozone, le précipité donne à peine quelques traces rougeâtres, qui paraissent indiquer la présence d'un oxyiodure.

SELS D'ARGENT.

» *Nitrate.* — Ce sel, soumis à l'action de l'ozone, donne un précipité de peroxyde floconneux noir, un peu bleuâtre. Dans plusieurs expériences, ce précipité s'est décomposé et a reformé l'azotate primitif. Cette décomposition du bioxyde et la reconstitution du sel primitif se produisent plus rapidement lorsqu'on agite la liqueur.

» *Sulfate.* — L'ozone donne également, avec le sulfate, un précipité de peroxyde. Ce précipité se conserve mieux que celui qui est obtenu avec l'azotate.

» *Chlorure et cyanure.* — L'ozone agit très peu sur ces deux sels. Cependant, apres une action très prolongée, il se forme également du peroxyde d'argent.

SELS DE PALLADIUM.

» *Azotate et chlorure.* — Ces deux sels, ainsi que le protoxyde, donnent le bioxyde de palladium. Ce dernier corps, qu'on n'a pas encore obtenu à l'état de pureté, peut donc se produire par le moyen de l'ozone. En présence de la potasse, la réaction sur le protoxyde donne le palladate de potasse.

SELS DE COBALT ET DE NICKEL.

» *Sulfates, azotates et chlorures.* — Ces sels sont lentement attaqués par l'ozone. Les protoxydes, au contraire, le sont facilement et passent à l'état de peroxydes.

SELS DE PLOMB.

» Tous les sels basiques de plomb traités par l'ozone donnent de l'oxyde puce; il en est de même de plusieurs sels neutres, tels que l'acétate, le formiate, le carbonate, le sulfate, le chlorure, l'azotate, l'oxalate et le phosphate; toutefois, avec ces quatre derniers sels, la réaction est très lente. La chaleur favorise cette réaction.

» Avec l'acétate et le formiate, lorsque la réaction se fait dans certaines circonstances et en présence de peu d'ozone, on obtient des liqueurs brun-jaunâtre qui, après être filtrées, sont limpides et peuvent se conserver très longtemps dans des flacons bouchés à l'émeri.

» Les liqueurs obtenues avec l'acétate donnent, si on les traite par l'acide sulfurique, un précipité couleur chair ;

» Par l'acide chlorhydrique, un précipité blanc légèrement jaunâtre.

» Par l'ammoniaque, un précipité jaune orangé insoluble dans un excès de réactif;

» Par la potasse ou la soude, un précipité jaune orangé soluble à froid dans un excès de réactif, moins soluble à chaud.

» Lorsque l'acétate et le formiate sont soumis, au contraire, à une action très prolongée de l'ozone, ils donnent naissance à l'acide carbonique et à l'oxyde puce.

» La litharge passe également à l'état d'oxyde puce sous l'influence de l'ozone. Si la réaction a lieu en présence de la potasse, il se forme du plombate de potasse; ce sel, traité par un acide, donne un précipité d'oxyde puce.

SELS DE MANGANÈSE.

» Tous les sels de protoxyde de manganèse qui ont été soumis à l'action de l'ozone ont donné naissance à trois sortes de produits :

» Un précipité brun ou noir;

» Une dissolution violette;

» Une dissolution brune, rougeâtre ou jaunâtre.

» Le précipité se forme toujours et très rapidement lorsque le sel employé n'est pas dilué dans une trop grande quantité d'eau. Celui que l'on obtient lorsqu'on fait agir un excès d'ozone est toujours un bioxyde de manganèse hydraté; mais si l'ozone employé est en proportion insuffisante, le précipité qui se forme n'est plus, ordinairement, le bioxyde, mais un oxyde intermédiaire, dont la composition varie avec la nature du sel et le degré de concentration de l'ozone, et peut-être aussi avec la température et avec la proportion d'eau que l'on fait intervenir dans la réaction. Quelques sels donnent des précipités plus oxygénés que le bioxyde, et d'autres moins oxygénés.

» Avec l'azotate, la formule du précipité est voisine de Mn^2O^5. Celle du précipité obtenu avec le sulfate et le chlorure varie entre Mn^4O^8 et Mn^4O^9.

» Avec le formiate, le précipité a pour formule Mn^4O^7 ou Mn^4O^8.

» Enfin la formule du précipité que donne l'acétate varie entre Mn^4O^6 et Mn^4O^7.

» Les précipités obtenus par l'action de l'ozone avec quelques sels de manganèse perdent donc une partie de leur oxygène lorsqu'on prolonge suffisamment cette action; mais, en compensation, il se produit alors de l'acide permanganique.

» C'est aussi le résultat que l'on obtient avec les sels qui donnent des précipités moins oxygénés. De sorte que le terme de la réaction de l'ozone sur les sels de manganèse, du moins quand elle ne se fait pas en présence d'une trop grande quantité d'eau, est la formation du bioxyde et de l'acide permanganique; mais cet acide se produit toujours dans une faible proportion, même si l'on continue l'action de l'ozone pendant plusieurs semaines.

» Les précipités obtenus, lorsqu'on ne fait agir qu'une proportion d'ozone insuffisante, paraissent être des manganates ou des permanganates de manganèse. Plusieurs, en effet,

ayant été dissous dans l'acide sulfurique concentré, puis traités par la potasse, ont donné le manganate de potasse.

» La dissolution d'acide permanganique a été obtenue avec tous les sels de manganèse qui ont été soumis à l'action de l'ozone. Toutefois, cet acide se produit plus difficilement avec l'acétate et surtout avec le phosphate. Une des conditions favorables pour l'obtenir, c'est de dissoudre les sels solubles dans 300 à 3000 fois environ leur poids d'eau, et d'employer de l'ozone concentré.

» Le protoxyde et le sesquioxyde de manganèse donnent également, avec l'ozone, du bioxyde et de l'acide permanganique.

» Le bioxyde obtenu par l'action du chlore, ou même au moyen de l'ozone, donne aussi, mais plus difficilement, en présence de l'eau, de l'acide permanganique.

» Les dissolutions brunes se produisent lorsqu'on fait agir sur le sel un excès d'ozone en présence d'une très grande quantité d'eau. Ces dissolutions sont de couleurs variées et plus ou moins foncées, suivant la nature du sel et le degré de concentration de la liqueur. On les obtient ordinairement sans précipité, lorsque l'ozone est en grand excès et que la proportion d'eau est très considérable, par exemple 30 000 à 60 000 fois environ le poids du sel. Ces liqueurs sont dichroïques, c'est-à-dire limpides par transparence et troubles par réflexion. Quoique moins stables que la dissolution violette, elles peuvent cependant se conserver plusieurs mois. L'une de ces dissolutions est conservée depuis plus d'un an. Elles se détruisent spontanément au bout d'un temps plus ou moins long, selon le degré de concentration de l'ozone qui reste en présence, et donnent alors presque toujours un précipité brun-rouille et de l'acide permanganique. L'analyse qui a été faite de quelques-unes de ces liqueurs, obtenues avec le sulfate et l'azotate, donne, pour la composition de la matière dissoute, la formule Mn^3O^8 ou Mn^4O^{11}.

SELS DE SESQUIOXYDE DE CHROME.

» *Sulfate et chlorure.* — Ces deux sels, soumis à l'action de l'ozone, ont donné, l'un et l'autre, de l'acide chromique. En ajoutant un peu d'éther, on obtient l'acide perchromique.

» Le *sesquioxyde* de chrome donne la même réaction, et passe intégralement à l'état d'acide chromique. En présence de la potasse, on a le chromate de potasse.

OXYDE DE BISMUTH.

» Cet oxyde donne, avec l'ozone, de l'acide bismuthique, et, en présence de la potasse, il se forme du bismuthate.

SESQUIOXYDE DE FER.

» L'ozone n'agit pas sur le sesquioxyde seul; mais, en présence de la potasse, il donne ferrate de potasse [1]. »

---

(1) Ces recherches ont été faites partie au laboratoire de Chimie de l'Institut catholique de Paris, et partie au laboratoire de M. P. Thenard.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des dissolutions alcalines sur le protoxyde d'étain.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« On admet, en général, que l'hydrate de protoxyde d'étain se dissout dans les alcalis en donnant des solutions qui se décomposent par la chaleur, ou dans le vide, en déposant de l'oxyde anhydre en cristaux noirs, tandis qu'une solution de potasse, concentrée et en excès, rapidement évaporée avec de l'oxyde d'étain, dépose du métal et forme un stannate alcalin. Ces observations sont inexactes ou incomplètes. Voyons d'abord ce qui se produit à 15°.

» 1° Une solution très étendue de potasse en contact avec un excès d'hydrate d'étain en dissout une faible quantité; au bout de quelques jours apparaissent, dans la couche blanche d'hydrate, des points noirs qui grossissent peu à peu aux dépens de l'hydrate voisin, et celui-ci est bientôt totalement transformé en cristaux denses d'oxyde anhydre à reflets métalliques.

» 2° Une solution plus concentrée (45 KOHO pour 1000 d'eau), saturée à froid d'hydrate d'étain, filtrée, puis abandonnée à elle-même, ne se modifie pas au bout de quelques jours. Concentrée par l'ébullition ou dans le vide, elle dépose de beaux cristaux de stannate de potasse.

» 3° Une solution à 85 de KOHO pour 1000 d'eau, saturée d'hydrate d'étain, dépose, au bout de quelques heures, de belles paillettes noir-bleu d'oxyde anhydre; ce dépôt ayant cessé, la liqueur, filtrée, concentrée à chaud ou dans le vide, dépose des cristaux de stannate de potasse. Il en est de même avec une solution plus riche en potasse et renfermant moins de 390gr pour 1000 d'eau; la quantité déposée d'oxyde anhydre est d'autant plus grande que le liquide est plus chargé d'alcali.

» 4° Une liqueur renfermant 390 à 395 de KOHO pour 1000 d'eau se comporte de même; mais, avec l'oxyde cristallisé, on trouve quelques petites masses grises d'étain métallique. Une solution très concentrée (1 de KOHO pour 2 d'eau), saturée d'hydrate d'étain et filtrée, donne, au bout de quelques heures, un abondant dépôt d'oxyde anhydre cristallisé; puis bientôt, au milieu de l'oxyde, se dressent de belles lames blanches d'étain, qui se ramifient et se développent au point de faire disparaître tout l'oxyde; il ne reste plus, au bout de quelques jours, qu'un dépôt d'étain et des cristaux de stannate de potasse qui tapissent les parois du vase.

» En variant et en multipliant les expériences, on reconnaît qu'à 15° une solution étendue de potasse dissout de l'hydrate d'étain qui bientôt se transforme en oxyde anhydre. Celui-ci, bien moins soluble, se dépose en cristaux, mais, si la liqueur est très étendue, il peut rester longtemps dissous en solution sursaturée. Cependant, même dans ce cas, les divers points de la dissolution n'étant pas rigoureusement à la même température, l'hydrate se dissout peu à peu d'un côté; de l'autre, l'oxyde anhydre se dépose, si bien qu'il finit par se trouver seul au sein de la liqueur. L'hydrate se dissout d'autant mieux que la solution alcaline est plus concentrée, et le dépôt d'oxyde anhydre et cristallisé est aussi plus rapide et plus abondant. Si la solution est placée dans le vide avant que le dépôt de cristaux ait commencé, ou soit terminé, on observera la formation d'oxyde anhydre, mais elle n'est pas due à la concentration de la liqueur, qui perd seulement l'oxyde qui la sursaturait. Si l'on a attendu que cette cristallisation fût terminée, l'évaporation du liquide restant, soit à chaud, soit dans le vide, ne produit jamais que du stannate de potasse.

» On peut se demander d'où vient ce sel. Or il est facile de s'assurer qu'un mélange de potasse et d'oxyde d'étain, agité au contact de l'air, en absorbe rapidement l'oxygène en formant un stannate alcalin.

» Ainsi, tout d'abord, une solution froide de potasse se sature d'hydrate d'étain et il se forme une certaine quantité de stannate aux dépens de l'oxygène dissous dans la liqueur, ou emprunté à l'atmosphère; bientôt l'oxyde dissous devenant anhydre se dépose en cristaux, et la liqueur évaporée donne du stannate alcalin. Mais, à mesure que la potasse est plus concentrée, elle dégage, en se dissolvant, moins de chaleur, et, quand la concentration est suffisante pour que le système SnO^2KO dissous $+ Sn$ dégage plus de calories que $2SnO + KO$ dissous, il se forme de l'acide stannique avec dépôt d'étain. La réaction est lente dans un vase en repos, à cause de la difficulté que les diverses couches du liquide éprouvent à se mélanger, mais finalement elle est complète; tout le protoxyde disparaît, de l'étain se sépare, et le stannate de potasse, très peu soluble dans les alcalis concentrés, se dépose en beaux cristaux.

» Ce qui se passe à 15° a lieu à toute température; la seule différence est que le dédoublement du protoxyde d'étain en stannate et métal libre se produit dans une solution d'autant moins concentrée que sa température est plus haute. Une liqueur renfermant 400gr de KOHO pour 1000 d'eau noircit immédiatement l'hydrate d'étain à froid, et, au bout d'un instant

d'ébullition, les parois du vase dans lequel on opère sont couvertes d'un miroir terne d'étain métallique.

» On admet habituellement que l'hydrate d'étain bouilli avec de l'ammoniaque se transforme en oxyde anhydre de couleur olivâtre; non seulement il n'en est rien, mais l'ammoniaque empêche totalement cette transformation. On peut en effet laisser de l'hydrate d'étain dans une solution ammoniacale saturée à la température ordinaire, sans qu'il se modifie, et cela pendant plusieurs mois; il en est de même à l'ébullition, si l'on prend soin de renouveler l'ammoniaque à mesure qu'elle s'évapore; dans ce cas, la déshydratation du précipité blanc et la formation des cristaux anhydres n'ont pas lieu.

» Prenons maintenant une solution de chlorhydrate d'ammoniaque mêlée d'hydrate d'étain, et divisons-la en deux parties: la première, portée à l'ébullition, détermine bientôt la formation de l'oxyde cristallisé, comme il a été dit dans une précédente Note; la deuxième, additionnée d'ammoniaque, ne donne rien tant qu'on y renouvelle celle-ci à mesure qu'elle s'évapore, mais la cristallisation s'y produit dès que, l'ammoniaque ayant été chassée par l'ébullition, la liqueur devient faiblement acide. Or c'est précisément ce qui a lieu dans la préparation habituelle de l'oxyde d'étain: on dissout le métal dans l'acide chlorhydrique, on ajoute un excès d'ammoniaque et l'on fait bouillir; mais il faut bien remarquer que la déshydratation ne commence que lorsque l'ammoniaque a disparu entièrement, et alors c'est son chlorhydrate seul qui agit, comme on l'a expliqué; l'ammoniaque, détruisant le chlorure d'étain à mesure qu'il se produit, empêche les réactions successives auxquelles sont dues la déshydratation et la cristallisation, et par suite elle s'oppose à ces phénomènes, loin de les provoquer ou de les favoriser.

» On voit, en résumé, que, dans leur action sur le protoxyde d'étain hydraté, les bases solubles se divisent en deux catégories: les unes qui le dissolvent, comme potasse, soude, baryte, et le transforment en oxyde cristallisé anhydre; et, selon les cas, cette transformation s'accompagne de phénomènes plus ou moins complexes. Les autres, comme l'ammoniaque, qui ne dissolvent pas sensiblement l'hydrate, ne lui font non plus éprouver aucune espèce de modification. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches expérimentales sur la constitution des ciments et la théorie de leur prise.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Je poursuis depuis un an des recherches expérimentales sur la constitution des ciments à prise lente, dits *Portland*, et la théorie de leur prise. Obligé d'interrompre momentanément ces recherches, je donne ici les résultats déjà obtenus, bien que non encore complets.

» Quand on examine au microscope polarisant une plaque mince taillée dans la masse, d'aspect pierreux, qui sort des fours à ciment Portland et dont le broyage fournit le ciment marchand, on y distingue diverses espèces chimiques. N'ayant pu réussir à en faire la séparation mécanique pour les analyser, j'ai cherché à déterminer leur nature en comparant leurs caractères optiques à ceux de composés calcaires que j'ai reproduits par synthèse. Voici les espèces qui présentent les caractères les plus saillants :

» 1° *Substance n'agissant pas sur la lumière polarisée.* — Elle consiste en aluminate de chaux, riche en chaux, mélangé quelquefois de chaux libre. J'ai, en effet, reproduit artificiellement l'aluminate de chaux tricalcique $Al^2O^3, 3CaO$; j'ai vérifié qu'il cristallise dans le système cubique; j'ai vérifié, en outre, qu'avec la chaux c'est le seul des composés pouvant exister dans les ciments qui cristallise dans ce système.

» 2° *Substance agissant faiblement sur la lumière polarisée et présentant des formes cristallines très nettes.* — C'est un silicate de chaux; j'y vois le principal, sinon le seul élément actif des ciments; cette substance forme toujours la majeure partie et quelquefois même la totalité des ciments Portland. C'est, je crois pouvoir l'affirmer, le péridot calcaire $SiO^2, 2CaO$ qui, lors de la cuisson du ciment, cristallise dans la substance dont je vais parler, lorsqu'elle est portée à la fusion.

» 3° *Substance fortement colorée en brun agissant sur la lumière polarisée.* — C'est la plus fusible des substances existant dans les ciments; elle forme, à l'état solide, la gangue du silicate qui vient d'être défini, et, à l'état fondu, le véhicule de sa cristallisation. C'est un alumino-ferrite de chaux, plus pauvre en chaux que l'aluminate tricalcique; je lui attribue la formule $2(AlFe)^2O^3, 3CaO$. J'ai reproduit directement les composés répondant à cette formule, et j'y ai retrouvé les caractères optiques et la fusibilité de la substance signalée dans les ciments. Cette substance s'altère très lentement dans l'eau et se modifie peu lors de la prise.

» 4° *Petits cristaux agissant très énergiquement sur la lumière polarisée.* — Ils sont peu abondants et n'éprouvent aucune altération au contact de l'eau. Ce sont probablement des composés magnésiens, car j'ai reconnu que tous les composés calcaires très basiques s'altèrent dans l'eau, à l'encontre des composés magnésiens.

» Les éléments effectifs du ciment sont donc : en première ligne, un péridot calcaire $SiO^2, 2CaO$. En seconde ligne, un ou plusieurs aluminates et ferrites de chaux.

» L'existence des aluminates de chaux cristallisés dans les ciments avait déjà été signalée par M. Fremy, dont le travail a été le point de départ de mes recherches.

» D'un autre côté, en ce qui concerne les phénomènes successifs de la prise des ciments, voici ce que j'ai constaté en les suivant au microscope polarisant. L'action de l'eau produit plusieurs composés : celui qui joue le rôle principal dans le durcissement définitif cristallise en lamelles hexagonales analogues à celles de l'hydrate de chaux CaO, HO ; je n'en ai pas encore réuni une quantité suffisante pour en déterminer la composition. C'est, en tous cas, un produit dérivant du péridot calcaire ; il est, en effet, beaucoup plus abondant dans les ciments exclusivement formés de ce silicate et non alumineux.

» Il se forme encore, mais seulement dans les ciments alumineux, de longues aiguilles qui s'enchevêtrent en tous sens et dont la proportion devient considérable dans les ciments à prise rapide. Ces cristaux, abandonnés à l'air sec, se déshydratent en éprouvant un retrait considérable ; chauffés dans l'eau vers 50°, ils éclatent et se réduisent en poussière. Ils résultent de l'action de l'eau sur l'aluminate tricalcique, comme je l'ai vérifié sur cet aluminate préparé directement. J'ai constaté, de plus, que ce corps $Al^2O^3, 3CaO$ se dissout dans l'eau pure à la proportion de $0^{gr}, 3$ par litre et dans l'eau salée en plus forte quantité, mais en se décomposant partiellement.

» Ces remarques expliquent les différences constatées, dans la pratique, entre les ciments à prise lente et les ciments à prise rapide, toujours très alumineux.

» En outre, j'ai reconnu la production, dans la prise des ciments, d'autres substances n'agissant pas sur la lumière polarisée ; mais je n'ai pu actuellement leur assigner ni composition, ni rôle dans la prise.

» Le péridot calcaire possède une propriété remarquable, qui doit donner la clef d'un phénomène assez fréquent dans la fabrication des ci-

ments. Chauffé jusqu'à ramollissement, c'est-à-dire jusqu'à la température de fusion du fer doux, puis abandonné à un refroidissement progressif, il se présente d'abord sous forme d'une matière pierreuse à demi translucide, puis la masse se désagrège et se réduit finalement en une poussière impalpable, formée de débris de cristaux, mâclés avec une finesse extrême. L'inégalité de dilatation des faces amenées en contact par les mâcles est sans doute la cause de la rupture. Mais si la cristallisation a lieu à une température moins élevée, les mâcles n'existent plus et il n'y a plus de pulvérisation par le refroidissement.

» J'ai reproduit des cristaux non mâclés de péridot calcaire, cristaux semblables à ceux des ciments, par précipitation chimique dans le chlorure de calcium fondu, qui joue là le même rôle que les aluminates dans la fabrication des ciments ([1]).

» Qu'il me soit permis, en terminant, d'adresser tous mes remercîments à MM. Vicat, de Grenoble, et Pavin de Lafarge, du Theil, pour la gracieuseté avec laquelle ils ont mis à ma disposition tous les produits de leurs usines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la campholuréthane*. Note de M. **A. Haller**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Communication antérieure, faite à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1511), j'ai décrit, sous le nom de *cyanate de bornéol*, un composé qu'on obtient comme produit secondaire de la préparation du camphre cyané. J'ai démontré, en préparant ce corps par l'action directe du cyanogène sur le camphol sodé, que, dans l'opération ci-dessus, la formation de ce dérivé était due à la présence de bornéol sodé mélangé au camphre sodé.

» On réussit aussi à produire ce dérivé en employant, au lieu de cyanogène, le chlorure de cyanogène gazeux. On l'isole de la même manière.

» Nous avons vu que ce produit se décomposait, sous l'influence de la chaleur, en acide cyanurique et bornéol, que la potasse en solution alcoo-

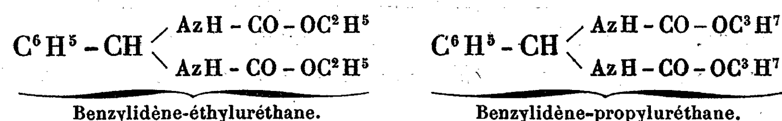
([1]) J'ai reproduit également, mais par fusion directe des éléments, le péridot calcaro-magnésien $SiO^2, CaOMgO$ (monticellite). Il ne présente pas, comme le péridot calcaire ayant subi une fusion, les phénomènes de mâcle et de désagrégation par refroidissement. Cela explique le rôle indispensable de la magnésie dans les revêtements basiques des appareils à déphosphoration de l'acier.

lique le dédoublait en cyanate de potasse et camphol, enfin que la potasse en fusion le scindait également en camphol, en acide carbonique et ammoniaque.

» Toutes ces propriétés et la composition du corps $C^{11}H^{19}AzO^2$ permettaient de le considérer, soit comme un éther cyanique, soit comme un éther cyanurique, ou une combinaison d'acide cyanique et de bornéol.

» Ces faits s'accordent aussi avec la fonction uréthane. En effet, une étude approfondie de ce corps et la préparation de nouveaux dérivés permettent de lui assigner cette fonction.

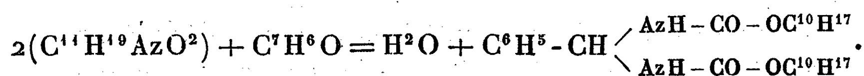
» M. Bischoff a démontré que l'éthyl et la propyluréthane jouissent de la propriété de se combiner aux aldéhydes, et en particulier à l'aldéhyde benzoïque, pour former des composés auxquels il assigne la formule de constitution suivante :



$$C^6H^5-CH\begin{cases}AzH-CO-OC^2H^5\\AzH-CO-OC^2H^5\end{cases}\qquad C^6H^5-CH\begin{cases}AzH-CO-OC^3H^7\\AzH-CO-OC^3H^7\end{cases}$$

Benzylidène-éthyluréthane. Benzylidène-propyluréthane.

» On a préparé avec le corps $C^{11}H^{19}AzO^2$ un composé analogue. Dans ce but, on a dissous dans l'éther un mélange de bornéo-uréthane et d'aldéhyde benzoïque dans les proportions indiquées par l'équation



$$2(C^{11}H^{19}AzO^2)+C^7H^6O=H^2O+C^6H^5-CH\begin{cases}AzH-CO-OC^{10}H^{17}\\AzH-CO-OC^{10}H^{17}\end{cases}.$$

» On a ensuite fait passer un courant de gaz chlorhydrique dans la solution. Le liquide s'échauffe au commencement de la réaction ; après saturation on abandonne à l'évaporation spontanée.

» Le produit, passé entre des doubles de papier, est lavé à l'éther et dissous dans l'alcool bouillant.

» Après deux ou trois cristallisations, on arrive à avoir le produit sous la forme de petites aiguilles soyeuses et brillantes, peu solubles dans l'alcool et l'éther froid, solubles dans l'alcool bouillant, dans le chloroforme, la benzine, le sulfure de carbone, l'acide acétique cristallisable, etc.

» Il fond à 185°-187°. Bouilli avec de l'eau, il se décompose en partie en dégageant une odeur d'aldéhyde benzoïque. Cette décomposition est plus rapide quand on le chauffe avec de l'acide chlorhydrique étendu.

» Soumis à l'analyse, il a donné les nombres suivants :

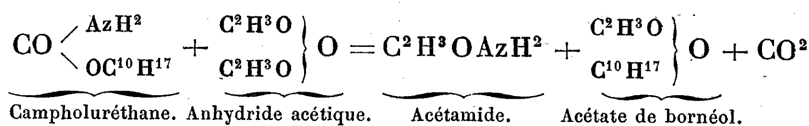
	I.	II.		
Matière....	0,279	0,2907	Matière....	0,352
CO^2.......	0,737	0,768	AzH^3.....	0,0238
H^2O......	0,2305	0,245		

ce qui fait, en centièmes :

	Trouvé.		Calculé pour
	I.	II.	$C^{22}H^{36}Az^2O^4$.
C............	72,04	72,05	72,19
H...........	9,2	9,3	8,7
Az..........	»	5,57	5,8

» La campholuréthane se combine également à l'aldéhyde ordinaire pour former un composé jaunâtre visqueux, qui ne distille point sans décomposition et qui, bouilli avec de l'eau, dégage une odeur d'aldéhyde.

» Si l'on chauffe à 140° le composé $C^{11}H^{19}AzO^2$ avec un excès d'anhydride acétique jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, la campholuréthane se décompose en éther campholacétique, acétamide et acide carbonique.



$$CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\OC^{10}H^{17}\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O = C^2H^3OAzH^2 + \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^{10}H^{17}\end{matrix}\right\}O + CO^2$$

Campholuréthane. Anhydride acétique. Acétamide. Acétate de bornéol.

» Cette décomposition est identique avec celle que présente l'éthyluréthane, réaction étudiée par M. David M'Creath.

» De l'ensemble des propriétés du composé $C^{11}H^{19}AzO^2$ il est donc permis de conclure que sa véritable fonction est celle d'une uréthane. Cependant nous avons vu que, par certaines de ses propriétés, ce composé diffère des éthers carboniques; cela tient peut-être à son poids moléculaire très élevé ou à la nature secondaire de l'alcool campholique. Nous poursuivons nos recherches sur l'action du cyanogène sur les alcools sodés primaires, secondaires et tertiaires.

» M. Arth, dans la Communication suivante, rend compte des résultats qu'il a obtenus avec le menthol, corps auquel on attribue la fonction d'alcool tertiaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du cyanogène sur le menthol sodé.* Note de M. G. ARTH, présentée par M. Wurtz.

« Ayant à ma disposition une certaine quantité de menthol, j'ai repris l'étude de ce corps et cherché à préparer un certain nombre de ses dérivés.

» Les résultats obtenus par M. Haller en faisant agir le cyanogène sur le bornéol sodé m'ont suggéré l'idée d'étudier cette réaction avec le menthol sodé. Bien que ce dernier soit considéré comme un alcool tertiaire, nous verrons que les dérivés obtenus ont la plus grande analogie avec ceux que M. Haller a isolés.

» On a opéré de la façon suivante : Dans du menthol sodé en dissolution dans du toluène parfaitement exempt d'eau, on fait passer un courant de cyanogène sec : on observe que le gaz est absorbé et que la masse s'épaissit peu à peu. Après refroidissement, on agite avec de l'eau pour enlever le cyanure de sodium, et on distille l'hydrocarbure. Il reste dans la cornue une masse solide à la température ordinaire, cristalline, qui, reprise par l'alcool bouillant, abandonne des cristaux très déliés, formés d'aiguilles prismatiques à base rhombe. Cette nouvelle matière, convenablement purifiée, soluble dans l'éther, l'alcool méthylique, le sulfure de carbone, l'acide acétique bouillant, etc., se sublime facilement au bain-marie, fond à 165°, et se décompose vers 200° en fournissant de l'acide cyanurique que l'on retrouve dans le col de la cornue. Chauffée au réfrigérant ascendant avec la quantité théorique de potasse alcoolique, elle donne du cyanate de potasse que l'on a caractérisé en le transformant en urée. Ces réactions sont identiques avec celles que donne le dérivé du bornéol obtenu dans les mêmes conditions; dérivé qu'une étude plus approfondie a permis de considérer comme du bornéo-méthane, ainsi que M. Haller l'a démontré dans la Communication précédente. D'ailleurs, la composition de ce corps répond à celle d'un menthol-uréthane, comme le montre l'analyse suivante :

Matière	0,2259	Matière	0,4193
CO^2	0,5676	AzH^3	0,0374
H^2O	0,2249		

ce qui fait, en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{11}H^{21}AzO^2$.
C	68,51	68,75
H	11,02	10,55
Az	7,39	7,03

» Je me propose, du reste, de continuer l'étude de ce corps et de confirmer cette fonction par l'étude d'un certain nombre de dérivés.

» Les eaux mères de ce produit ne laissent plus qu'une masse visqueuse brune, qui ne fournit plus de cristaux. Mais, bouilli pendant longtemps avec beaucoup d'eau, ce résidu dégage du menthol, beaucoup d'ammoniaque, et, après refroidissement, la substance huileuse à chaud se prend à la surface de l'eau en une croûte cristalline, soluble dans beaucoup d'alcool bouillant, et donnant une matière à éclat nacré, fusible à 105°, qui n'est autre chose que l'éther carbonique du menthol, comme l'indique la saponification avec la potasse et l'analyse.

			Trouvé.	Calculé pour $C^{21}H^{38}O^3$.
Matière	0,3355	C	74,42	74,55
CO^2	0,9100	H	11,19	11,24
H^2O	0,3380			

» La formation simultanée de cet éther carbonique et de l'uréthane mentholique permet encore de rapprocher cette réaction de celle obtenue avec le bornéol ; car il a été démontré que les résidus de la préparation du bornéo-méthane fournissent également du carbonate de camphol.

» Si, au lieu de cyanogène, on fait agir le chlorure de cyanogène gazeux sur le menthol sodé, on obtient les mêmes produits. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la préparation de carbones purs, destinés à l'éclairage électrique.* Mémoire de M. **Jacquelain**. (Extrait.)

« En vue des applications du carbone à la production de la lumière électrique, le problème qui se pose aux chimistes consiste à préparer un charbon plus conducteur que le charbon de bois calciné, et sinon tout à fait pur d'hydrogène, au moins exempt de matières minérales. Pour atteindre ce but, trois moyens paraissent pouvoir être employés, savoir : 1° l'action du chlore sec, dirigé sur le carbone porté à la température du rouge blanc; 2° l'action de la potasse ou de la soude caustique en fusion; 3° l'action de l'acide fluorhydrique sur les crayons taillés, en opérant à froid et par voie d'immersion plus ou moins prolongée.

» L'emploi du chlore convient parfaitement pour le charbon très divisé; nous l'avons employé avec un plein succès pour préparer du carbone pur, qui a pu être utilisé par M. Dumas dans son remarquable travail sur la détermination de l'équivalent du carbone. Par la double influence du chlore et d'une température élevée, la silice, l'alumine, la magnésie, les

oxydes alcalins, les oxydes métalliques sont réduits, transformés en chlorures volatils, et l'hydrogène resté dans le carbone se transforme en acide chlorhydrique qui est emporté avec les chlorures.

» Cependant ce procédé deviendrait pénible si l'on se proposait de purifier des masses volumineuses de charbon des cornues à gaz. Le moyen que nous avons imaginé, pour simplifier le travail, consiste à diriger d'abord un courant de chlore sec, pendant trente heures au moins, sur quelques kilogrammes de charbon de cornue maintenus à la température du rouge blanc et taillés d'avance en crayons prismatiques.

» Cette première opération laisse dans le carbone des vides nombreux qu'il faut combler, afin de restituer, autant que possible, aux charbons leur compacité, leur conductibilité et leur faible combustibilité primitives; on y parvient en soumettant les crayons qui ont subi la purification par le chlore à l'action carburante d'un carbure d'hydrogène, dont la vapeur circule lentement sur les crayons chauffés au rouge blanc, pendant cinq à six heures, dans un cylindre en terre réfractaire. La réduction en vapeur du carbure d'hydrogène (huile lourde de houille) doit se faire avec lenteur, afin que la décomposition se produise à la température la plus élevée et de manière à faire naître un dépôt de carbone peu abondant; autrement, tous les crayons se couvriraient d'une couche de charbon dur, assez épaisse pour les souder en un seul bloc, qu'il n'est plus possible d'utiliser.

» La soude caustique à 3^{éq} d'eau, fondue dans des vases en tôle ou en fonte, nous offre une action plus prompte, en convertissant la silice et l'alumine en silicate et aluminate alcalin; par des lavages à l'eau distillée chaude, on entraîne l'alcali d'imbibition avec les silicates et aluminates; ensuite, par des lavages à l'eau chlorhydrique faible et chaude, on enlève tout l'oxyde de fer avec les bases terreuses; enfin quelques lavages à l'eau distillée chaude font disparaître l'acide chlorhydrique restant

» Enfin, le procédé de purification du charbon de cornue par l'acide fluorhydrique est une opération des plus simples. Une immersion des crayons taillés dans de l'acide fluorhydrique étendu de deux fois son poids d'eau et mis à réagir pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, par une température de 15° à 25°, dans un vase rectangulaire en plomb, muni de son couvercle, conduit facilement au résultat cherché; reste à laver à grande eau, puis à l'eau distillée, à sécher et à soumettre ce carbone, ainsi purifié, à une carburation de trois à quatre heures, si les matières terreuses enlevées par l'acide fluorhydrique sont en faible proportion. Mais l'emploi de cet acide, même étendu de deux fois son poids

d'eau, réclame beaucoup de précautions, si l'on veut échapper à des brûlures de la peau qui occasionnent des ampoules purulentes, suivies de douleurs aiguës et d'une fièvre assez violente. Il faut surtout garantir la vue, et ne manier ce corps qu'avec une prudence extrême....

» Tels sont les trois procédés que je me suis efforcé de rendre applicables, soit au charbon des cornues à gaz, soit au graphite de Russie.

» Enfin, je me suis occupé spécialement de la préparation *directe* du carbone pur graphitoïde. On démontre, dans les cours de Chimie, que toute substance organique volatile peut fournir, en se décomposant, par la chaleur, du carbone en petits feuillets miroitants et très minces. C'est ce mode de préparation du carbone que j'ai utilisé, à l'aide d'un petit appareil qui a été établi à l'École Centrale, et que j'ai modifié ensuite pour rendre le travail plus régulier et plus continu.

» Tous les carbures d'hydrogène fournis par la décomposition en vase clos de la houille, des tourbes, des schistes, des résines, des végétaux eux-mêmes, se prêtent à cette décomposition, ainsi que l'essence de térébenthine, la naphtaline; celles dont le point d'ébullition est le plus élevé sont préférables, à cause de leur plus bas prix, de leur plus fort rendement en carbone dur, qui s'élève environ au tiers du liquide employé.

» Le goudron lui-même, tout aussi pur de matières salines que les carbures précédents, puisque c'est le premier produit brut de distillation, a permis d'obtenir, dès la première opération, du carbone brillant, sonore, à cassure homogène, ayant le grain de l'acier fondu.

» Nous regrettons vivement que nos ressources, trop limitées, ne nous aient point permis de terminer ce long travail, par des expériences comparatives sur les prix de revient du carbone pur graphitoïde, par les divers procédés que nous avons indiqués.

» ... Le Tableau ci-après indique les résultats d'essais photométriques entrepris avec les différents charbons dont nous venons de parler.

» On voit que le pouvoir lumineux et la fixité de l'arc voltaïque s'accroissent en même temps que la densité du carbone, sa dureté, sa pureté.

» Le carbone graphitoïde naturel de la Sibérie, dont le Conservatoire de Paris possède une riche collection, donnée par M. Alibert, jouit de cette propriété singulière et inattendue, d'acquérir par la purification un pouvoir lumineux double de celui qu'il présentait à l'état naturel, pouvoir qui surpasse d'un sixième celui même des carbones purs artificiels.

RÉSULTATS OBTENUS AVEC DIFFÉRENTS CARBONES, APPLIQUÉS AUX MÊMES EXPÉRIENCES PHOTOMÉTRIQUES.

(*Expériences du 21 janvier 1862, à l'atelier central des phares, à Paris.*)

DÉSIGNATION des charbons mis en expérience.	LONGUEUR DES CHARBONS négatifs, positifs, avant l'essai photométrique.	LONGUEUR DES CHARBONS négatifs, positifs, après l'essai photométrique.	LONGUEUR DES CHARBONS usée durant l'essai photométrique.	DURÉE de l'essai photométrique.	LONGUEUR DES CRAYONS négatifs, positifs, usée en 24 heures.	LONGUEURS TOTALES des deux crayons usées en 24 heures.	POIDS DES CRAYONS négatifs, positifs, avant l'essai photométrique.	POIDS DES CRAYONS négatifs, positifs, après l'essai photométrique.	POIDS DES CRAYONS négatifs, positifs, usés durant l'essai photométrique.	POIDS DES CRAYONS négatifs, positifs, usés en 24 heures.	POIDS TOTAL des deux crayons usés en 24 heures.	POUVOIRS LUMINEUX des divers charbons comparés à celui d'une lampe carcel brûlant 41gr d'huile à l'heure.	OBSERVATIONS DIVERSES.
	c	c	c	m	c	c	gr	gr	gr	gr			
Graphite Alibert non purifié	− 8,3 + 8,45	− 8,2 + 8,3	− 0,10 + 0,15	4	− 36,0 + 54,0	90,0	−4,850 +4,736	−4,470 +4,435	−0,380 +0,301	−136,7 +108,3	245,0	55,14	Affaiblissement très fréquent de la lumière; rougit facilement.
Carbone des cornues purifié par la potasse	−10,0 +10,1	− 8,15 + 8,75	− 1,85 + 1,35	17	−156,7 +114,3	271,0	−4,890 +4,640	−3,255 +3,111	−1,635 +1,529	−138,4 +135,3	273,7	69,44	Clarté invariable; rougit presque en entier.
Carbone des cornues non purifié	− 8,7 + 8,5	− 5,9 + 6,5	− 2,8 + 2,0	23	−175,0 +125,2	300,2	−3,759 +4,140	−2,210 +2,760	−1,549 +1,380	− 97,0 + 86,4	183,4	71,9	Affaiblissements très fréquents de la lumière; rougit peu.
Carbone Curmer	−10,2 +10,2	− 8,6 + 9,3	− 1,6 + 0,8	5	−260,8 +130,4	391,2	−2,487 +2,899	−0,995 +1,475	−1,492 +1,424	−427,6 +410,0	837,6	82,6	Très rares affaiblissements de la lumière; rougit sur une grande étendue et se coupe à la base.
Carbone des cornues purifié par l'acide fluorhydrique	− 8,4 + 8,5	− 7,4 + 7,5	− 1,0 + 1,0	11	−130,9 +130,9	261,8	−4,005 +3,880	−3,225 +3,108	−0,780 +0,772	−102,0 +101,0	203,0	85,76	Quelques affaiblissements de la lumière.
Carbone non brillant et plus dur	− 4,8 + 4,9	− 3,5 + 4,1	− 1,3 + 0,8	15	− 38,5 + 76,8	115,3	−3,005 +2,912	−2,232 +2,314	−0,773 +0,598	− 74,2 + 57,4	131,6	100,00	Clarté invariable, fixité de l'arc voltaïque; rougit très peu.
Carbone pur et brillant	− 5,9 + 6,0	− 4,7 + 5,6	− 1,2 + 0,4	8	−216,0 + 72,0	288,0	−2,611 +3,180	−1,910 +2,585	−0,701 +0,595	−126,0 +107,0	233,0	100,00	Clarté invariable, fixité de l'arc voltaïque; rougit très peu.
Carbone Alibert purifié par l'acide fluorhydrique	− 8,6 + 8,6	− 7,2 + 7,3	− 1,4 + 1,3	16	−126,0 +117,0	243,0	−4,466 +4,709	−3,048 +3,545	−1,418 +1,164	−127,6 +104,7	232,3	115,62	Rares affaiblissements de lumière causés par le déplacement de l'arc voltaïque; rougit facilement.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Digestion intestinale.* Note de M. E. Duclaux, présentée par M. Pasteur.

« Les diastases, dont les parois de l'estomac et le pancréas ont imbibé la masse alimentaire, ne restent pas nécessairement actives pendant toute la durée de la digestion. La pepsine, qui n'agit qu'en présence d'un acide, est paralysée, dès la sortie de l'estomac, par l'alcalinité de la bile, et perd toute action sur les matières albuminoïdes. Par contre, cette alcalinité, qui persiste d'ordinaire sur toute la longueur de l'intestin grêle, laisse aux diastases du pancréas toute leur puissance. De plus, lorsqu'elle n'est pas exagérée, elle favorise le rapide développement des microbes, ferments des aliments azotés, qui viennent ajouter leurs diastases à celles que produit normalement l'organisme, et transforment pour leur compte et à leur profit une partie des matériaux au milieu desquels ils se développent.

» Les diastases qu'ils sécrètent ne leur sont, en effet, qu'un moyen de se créer autour d'eux, aux dépens de substances inassimilables sous leur état actuel, une masse alimentaire propre à leur développement. C'est ainsi que la levure de bière se fait, aux dépens du sucre candi, du glucose, que son procès vital transforme ensuite en alcool et en acide carbonique. L'action, purement chimique, accomplie par les diastases se résume-t-elle, pour les matières albuminoïdes, comme pour le sucre et l'amidon, en une hydratation suivie d'un dédoublement? C'est une chose probable, mais non encore démontrée. Quoi qu'il en soit, ce qui nous intéresse pour le moment, c'est que la matière albuminoïde, après que la diastase a agi, est restée matière albuminoïde, comme le sucre, dans les mêmes conditions, reste du sucre.

» Les matériaux divers qu'on rencontre dans les produits de digestion naturelle ou artificielle des aliments azotés, matières extractives solubles dans l'alcool, leucine, tyrosine, scatol, sels ammoniacaux, ne sont, en effet, jamais produits par les diastases ni les sucs digestifs, et représentent, au même titre que l'alcool et l'acide carbonique dans la fermentation du sucre, un résidu vital. Leur existence témoigne qu'il est intervenu des ferments, des cellules vivantes, et leur quantité est en proportion du nombre de ces cellules et du temps pendant lequel elles ont agi.

» On se tromperait pourtant en les attribuant seulement aux cellules des ferments qui remplissent le tube digestif. On trouve de la leucine, de la tyrosine, dans la bile, le suc pancréatique, parce que le foie, le pancréas,

sont formés aussi de cellules vivantes, et que la vie se manifeste souvent de la même façon et aboutit aux mêmes résidus, lorsque l'aliment est le même. C'est ainsi que certaines cellules de ferments, comme je l'ai montré, peuvent sécréter de l'urée. Quand on étudie la nutrition des diverses cellules, rien n'autorise à séparer celles des ferments de celles qui, agrégées en tissus, constituent les organes et le corps des animaux supérieurs.

» Mais la quantité de leucine, de tyrosine, etc., provenant des liquides digestifs normaux de l'organisme ne fait qu'une très petite portion de la quantité qu'on trouve dans l'intestin, et qui va s'y accumulant au fur et à mesure que la digestion s'avance. Pour tout l'excédent, il faut remonter aux microbes-ferments qui s'y multiplient avec activité.

» Nous serions ramenés à la même conclusion en envisageant les gaz intestinaux. Les diastases des ferments ni celles de l'organisme ne donnent jamais de dégagement gazeux, et c'est aux microbes vivant dans l'intestin qu'il faut attribuer l'acide carbonique et les gaz hydrogénés qu'on y rencontre.

» Il n'est donc pas douteux que les ferments n'interviennent dans la digestion pour produire des diastases qui s'ajoutent à celles de l'organisme, et pour transformer ensuite à leur profit une portion des matériaux formés. En un mot, ils font une digestion qui se superpose à la nôtre. Le problème de savoir dans quelles proportions les deux actions se mélangent est évidemment difficile à résoudre. Voici pourtant comment on peut l'aborder.

» On peut d'abord comparer la puissance de production des diastases dans les cellules des ferments et celles des glandes digestives, en cherchant où, à poids égal, il y a le plus de diastase formée. Dans un Mémoire sur le lait, qui va paraître dans les *Annales de l'Institut agronomique*, j'indique les moyens de rendre cette comparaison sérieuse, et je la réalise pour la présure et la diastase qui transforme la caséine. Ma conclusion est que, à poids égal de cellules vivantes, les ferments de la caséine se montrent aussi actifs producteurs de diastases que les glandes digestives. Si l'on songe, dès lors, que les sécrétions gastrique et pancréatique sont intermittentes; que l'intervention des ferments est, au contraire, continue, on sera disposé à admettre que leur action ne saurait passer inaperçue au regard de celle des liquides digestifs normaux de l'organisme.

» En fait, l'expérience montre que, en mettant une matière alimentaire quelconque dans de bonnes conditions de température et de milieu, on peut la transformer complètement, par l'action de microbes ferments convenables, dans un temps qui n'excède pas la durée ordinaire du séjour

des aliments dans les intestins. Or, on peut affirmer que, toutes choses égales d'ailleurs, l'action des ferments est plus prompte dans l'intestin que dans un vase de verre, parce que, dans ce dernier, les produits de la fermentation ne sont pas éliminés au fur et à mesure, et que c'est une règle générale que leur présence gêne et retarde, ou même arrête le phénomène qui leur donne naissance. Les deux influences que nous cherchons à démêler sont donc au moins du même ordre de grandeur.

» On arrive à la même conclusion par une autre voie, qui conduit, en outre, à une évaluation numérique approximative. Nous avons vu plus haut que certains éléments des matières de l'intestin, leucine, tyrosine, sels ammoniacaux, étaient presque exclusivement des produits de l'action vitale des ferments. Cherchons ce que donne de ces matières la fermentation d'une certaine quantité de caséine, par exemple, et ce qu'on en rencontre dans un poids déterminé de la matière prise à l'extrémité de l'intestin chez un animal nourri de lait : nous pourrons avoir une mesure de la proportion de matière albuminoïde que les ferments auront transformée. Cette mesure sera grossière, il n'est pas besoin de le faire remarquer. Les nombres qu'on obtient ne sont pas tout à fait comparables au point de vue théorique, et, pratiquement, la leucine et surtout la tyrosine, les seuls produits de la fermentation qui échappent, à raison de leur faible solubilité, à l'absorption intestinale, sont difficiles à doser. On ne peut donc demander à cette étude que d'indiquer le gros du phénomène; mais, telle quelle, elle nous ramène numériquement à la même conclusion que plus haut, à savoir que l'action des microbes et celle des liquides normaux de l'organisme sont du même ordre, et doivent être placées au même niveau, en ce qui regarde les aliments azotés.

» Il me reste à parler de la cellulose et des aliments gras : c'est ce que je ferai dans une prochaine Communication. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les microzymas des glandes stomacales et leur pouvoir digestif. Réponse à cette question : l'estomac se digère-t-il?* Lettre de M. A. **Béchamp** à M. Dumas.

« Les microzymas gastriques dont j'ai eu l'honneur de vous parler dans ma précédente Lettre avaient été extraits des détritus des glandes stomacales, qui accompagnent nécessairement le suc gastrique de chien obtenu à l'aide d'une fistule. Il est résulté de leur étude qu'en présence de l'acide chlorhydrique, au titre de l'acidité du suc gastrique, ils digèrent les ma-

tières albuminoïdes comme le suc gastrique et autrement que les microzymas pancréatiques. De cette étude, il est résulté, en outre, une conséquence importante, savoir : *ces microzymas ne se digèrent pas eux-mêmes.*

» J'avais essayé d'extraire les microzymas des glandes stomacales par le procédé qui m'a réussi pour ceux du pancréas; mais l'état muqueux du tissu de ces glandes ne l'a pas permis. J'ai pensé alors que, si ces microzymas ne se digèrent pas, même tandis qu'ils digèrent diverses matières albuminoïdes, c'est que, sans doute, la substance chimique qui compose la trame de leur tissu est inattaquable par l'acide chlorhydrique à un degré de concentration convenable.

» Cette remarque était fondée; j'ai réussi, enfin, à isoler l'agent organisé qui, dans les glandes stomacales, forme la matière organique active du suc gastrique.

» L'opération est longue, délicate et demande beaucoup de soins. J'ai opéré sur la muqueuse stomacale du veau n'ayant encore été nourri que de lait, du veau ayant mangé, du porc et du chien adultes. Le procédé a réussi dans tous les cas et le produit obtenu, doué de la même activité, jouit des mêmes propriétés. Je n'ai pas trouvé de différence, pour le veau, quand l'animal était à jeun : ce qui témoigne que la cause agissante est simplement au repos dans ce cas.

» La caillette du veau, l'estomac du porc ou du chien, ouverts, sont lavés à grande eau, pour en débarrasser très exactement les parois et les anfractuosités de toute espèce de détritus d'aliments. Alors, à l'aide d'une brosse de chiendent, neuve, bien lavée à l'eau phéniquée et imbibée de cette eau, on détache la muqueuse en intéressant le moins possible le tissu sous-jacent. On obtient ainsi, de six estomacs de porcs, par exemple, environ 1500^{cc} d'un magma muqueux et filant. Au microscope, on y découvre des tubes glandulaires non déformés avec leurs cellules, incluses, des cellules libres plus ou moins déformées et des noyaux de cellules. Voici, en peu de mots, le traitement qui permet d'en isoler les microzymas.

» Le magma acidulé, au titre du suc gastrique, par l'acide chlorhydrique étendu, est abandonné à la température de 30° à 40° pendant douze heures, et jeté sur un filtre. On obtient ainsi une première solution et un nouveau magma moins visqueux ; celui-ci est épuisé par l'éther, qui le débarrasse de corps gras et d'une matière colorante rouge ; après ce traitement, la matière est presque dépourvue de viscosité; on la délaye dans environ son volume d'acide chlorhydrique étendu (0,5 à 1,0 pour 100) et on l'abandonne à l'étuve (30° à 40°) pendant seize à vingt-quatre heures. La

filtration fournit une nouvelle solution et un produit très divisé, presque pulvérulent, qui, lavé à l'eau, passé au tamis de soie, est séparé par lévigation des parties plus grossières (¹). Parvenue à cet état, la matière se résout au microscope (objectif 5, oculaire 1, Nachet) en granulations moléculaires et en noyaux granuleux de cellules gastriques; toute trace de la structure glandulaire a disparu, et on n'y découvre aucune autre forme organisée. Égouttée et réduite en pâte, la matière du dernier traitement par l'acide chlorhydrique est gris jaunâtre, plus ou moins de l'aspect de la levure de bière; un estomac de chien produit environ 4^{gr} de cette pâte; une caillette de veau, de 4^{gr} à 6^{gr}.

C'est là *la matière organisée active* des glandes gastriques, formée de microzymas isolés et des mycrozymas encore réunis sous la forme de noyaux granuleux des cellules glandulaires. Elle possède, en effet, bien qu'insoluble, toutes les propriétés digestives du suc gastrique et des microzymas gastriques, au sujet desquels j'ai eu l'honneur de vous écrire. En voici la démonstration :

» *Action sur le sucre de canne.* — Elle est nulle.

» *Action sur l'empois de fécule.* — Il en est péniblement fluidifié, sans aucune saccharification. A la longue, des microzymas associés et de petites bactéries y apparaissent. Si l'on acidule le mélange par l'acide chlorhydrique, on entrave l'apparition des bactéries; voilà tout.

» *Action sur la fibrine, sur la caséine, sur la musculine.* — Elle est nulle dans les liqueurs neutres. L'activité ne se manifeste qu'en présence de l'acide chlorhydrique. Je ne rapporterai que les deux expériences suivantes, qui se contrôlent.

» *a.* Gros comme une noisette de microzymas en pâte, 12^{gr} de fibrine fraîche et 60^{cc} d'acide chlorhydrique étendu, contenant $0^{gr},5$ d'acide fumant, sont mis à l'étuve. En moins d'une heure, la fibrine avait disparu. Laissé réagir, filtré et observé :

$$\alpha_j = 5^{\circ},6 \searrow, \quad l = 2, \quad v = 10^{cc},$$
$$p = 0^{gr},35 \text{ (cendres, } 0^{gr},003), \quad [\alpha]_j = 80^{\circ} \searrow.$$

» *b.* La même quantité de fibrine et d'acide au même titre sont mis en réaction, au même moment, dans les mêmes conditions de température. Vingt-quatre heures après, la fibrine était seulement gonflée. Alors on

---

(¹) Il est inutile de dire que tous les vases, ustensiles, filtres, sont lavés à l'eau créosotée, et que l'on prend les plus grands soins de propreté.

ajoute gros comme une noisette de microzymas en pâte : la dissolution n'a pas tardé à être complète; vingt-quatre heures plus tard, on ajoute un peu d'eau pour filtrer plus vite. On a trouvé :

$$\alpha_j = 3^\circ,55 \searrow, \quad l = 2, \quad v = 10^{cc},$$
$$p = 0^{gr},237 \text{ (cendres, } 0^{gr},003), \quad [\alpha]_j = 74^\circ,9 \searrow.$$

» Les microzymas, ni les noyaux granuleux, ne changent de forme ou d'aspect durant ces actions. J'ajoute que, de même que dans les digestions par suc gastrique de chien, les produits digérés ne sont pas représentés par un produit unique.

» *De la nature de la matière de ces microzymas.* — Ils sont insolubles dans l'acide chlorhydrique au centième, quelque prolongé que soit le contact; ils ne se dissolvent pas même dans l'acide au vingtième bouillant, mais les noyaux granuleux se désagrègent de plus en plus. La potasse, au dixième, les gonfle et les déforme. A chaud, la potasse concentrée en dégage de l'ammoniaque. Le réactif de Millon les colore en rose, si l'on chauffe. L'acide nitrique ne les colore que faiblement en jaune. En brûlant, ils développent une odeur qui n'est pas précisément celle de la corne brûlée. Leur matière est donc albuminoïde, mais spéciale. A l'état frais, ils contiennent 87 pour 100 d'eau et 13 de matière organique, ne laissant que 1,2 pour 100 de cendres.

» *Des produits de l'action de l'acide chlorhydrique sur la muqueuse gastrique.* — Les pouvoirs rotatoires des produits dissous dans les actions successives de l'acide chlorhydrique sur les muqueuses gastriques ne sont identiques ni pour les estomacs de diverses provenances, ni d'un même animal en n'importe quel moment. Mais si, après les premiers traitements par l'acide et par l'éther, on fait agir l'acide chlorhydrique sur les microzymas bien lavés à l'eau, on obtient des solutions dont la substance organique est sensiblement de même pouvoir rotatoire.

Pour la muqueuse stomacale de veau....	$[\alpha]_j = 57^\circ,2 \searrow$ ou $46^\circ,7 \searrow$
Pour la muqueuse stomacale de chien....	$[\alpha]_j = 54^\circ \searrow$
Pour la muqueuse stomacale de porc....	$[\alpha]_j = 45^\circ \searrow$

Et toutes ces solutions digèrent vivement la fibrine, la caséine, les albumines, la musculine, etc., à la façon du suc gastrique physiologique de chien.

» *Conclusion.* — Puisque, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, à la

température physiologique, la matière de la muqueuse stomacale disparaît, sauf les microzymas, c'est que l'estomac se digère, est digéré par ses microzymas. S'il en est ainsi, on ne comprend pas pourquoi cette muqueuse ne se digérerait pas physiologiquement. Elle se digère nécessairement; mais, tandis que la glande fonctionne, les cellules glandulaires deviennent turgides, c'est-à-dire qu'il y a organisation, multiplication de microzymas, formation de nouvelles cellules pour remplacer celles qui disparaissent. Si donc la glande ne paraît pas se dissoudre, c'est que la production est supérieure à la consommation.

» A cette étude se rattache nécessairement celle de la formation physiologique de l'acide chlorhydrique, dont la combinaison avec la gastérase est nécessaire pour manifester l'activité de cette zymase, aussi bien que celle des microzymas gastriques. Enfin, cette étude des microzymas de la muqueuse stomacale se rattache intimement à celle de la formation de la présure et de la coagulation du lait dans l'estomac.

» Dans une prochaine Communication, je ferai voir que les microzymas de la muqueuse intestinale ne possèdent pas les propriétés de ceux de la muqueuse gastrique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherche sur les albuminoses pancréatiques.* Note de M. J. **Béchamp**.

« Les auteurs admettent que les albuminoses pepsiques sont identiques, ou se rapprochent beaucoup des albuminoses pancréatiques. En étudiant les digestions pancréatiques et en remarquant la formation des composés cristallisables connus, alors que la pancréazymase employée n'en contenait pas, j'ai pensé que les dédoublements devaient être plus profonds que dans les digestions gastriques, et par conséquent les albuminoses différentes de celles-ci. L'expérience a vérifié ces prévisions.

» La pancréatine employée a été préparée par infusion du pancréas de bœuf et précipitation par l'alcool; purifiée ensuite par redissolution dans l'eau et reprécipitation par l'alcool, jusqu'à ce que le produit évaporé à l'étuve ne donnât plus de leucine. J'ai trouvé ainsi, sur une dizaine d'expériences, que la pancréazymase avait un pouvoir rotatoire variant entre 29° ↘ et 36° ↘ et en moyenne de 31° ↘. Elle est extrêmement active. Ce n'est cependant pas un produit simple, et, en employant la méthode de

M. A. Béchamp pour séparer les albumines d'un mélange par les divers acétates de plomb, j'ai pu isoler plusieurs produits, dont deux surtout sont remarquables. La zymase, isolée du précipité par l'acétate neutre de plomb et ayant pour pouvoir rotatoire 31°,5 ↘, n'agit pas sur la fécule et agit, au contraire, sur la fibrine, en la digérant; la zymase isolée du précipité par l'acétate sexbasique de plomb, et ayant pour pouvoir rotatoire 40° ↘ environ, agit sur la fécule et sur la fibrine avec énergie. C'est ce mélange naturel des deux zymases qui a servi aux expériences.

» J'ai fait agir la pancréazymase naturelle sur diverses substances albuminoïdes inscrites dans le Tableau. La digestion de ces substances se fait avec une grande rapidité à 35°. J'ai employé dans chaque expérience une quantité connue de matière et une quantité connue de pancréazymase. L'action achevée, le mélange était filtré, on faisait un volume déterminé et on prenait le pouvoir rotatoire. Cette manière d'agir a permis à M. A. Béchamp, par une formule simple, de calculer le pouvoir rotatoire de la substance digérée, abstraction faite du pouvoir rotatoire de la zymase employée. Voici la formule : $\frac{n'v' - nv}{l(p - p')} = [\alpha]_j$.

n' = rotation de la solution de la substance totale digérée;
v' = volume de la solution digérée;
n = rotation de la solution de zymase;
v = volume de la solution de zymase employée;
l = longueur du tube;
p = poids total de la matière de la solution digérée;
p' = poids de la zymase dans le volume de solution employée.

» J'ai préféré employer les pouvoirs rotatoires pour juger des différences entre les albuminoses. Ce moyen est certainement plus sûr que l'analyse élémentaire dans le cas particulier. Que d'albumines, d'albuminoses, identiques par la composition, distinctes par le pouvoir rotatoire et les autres propriétés!

» On voit par le Tableau suivant que, tandis que dans les digestions gastriques le pouvoir rotatoire de la matière transformée baisse peu, reste identique et augmente quelquefois, dans les digestions pancréatiques il baisse toujours énormément ([1]). On remarque aussi la vérification de cette loi for-

---

([1]) Les matières albuminoïdes dont le pouvoir rotatoire varie avec la température donnent des albuminoses pancréatiques qui ont aussi cette propriété.

mulée par M. A. Béchamp : les zymases sécrétées par les cellules sont produites par les microzymas de ces cellules, et les microzymas isolés ont, dans une première phase de leur action, les mêmes propriétés que les zymases qu'ils ont engendrées. Et, en effet, dans la colonne IV, on remarque que les digestions opérées par les microzymas pancréatiques ([1]) sont identiques à celles opérées par la pancréazymase.

Nature des matières albuminoïdes employées.	I. Pouvoir rotatoire de la matière employée. °	II. Pouvoir rotatoire absolu de la matière digérée par le suc gastrique.	III. Pouvoir rotatoire absolu de la matière digérée par la pancréazymase.	IV. Pouvoir rotatoire absolu de la matière digérée par les microzymas pancréatiques.	V. Pouvoir rotatoire absolu de la matière digérée par la papaïne °
Fibrine de bœuf	68 ↖	66° à 63°, 8 ↖	32°, 1 à 28°, 1 ↖	39°, 5 ↖	60, 1 ↖
Fibrinine	67 ↖	69°, 3 ↖	30°, 4 ↖	36°, 7 ↖	72 ↖
Musculine de bœuf	67 ↖	73°, 9 ↖	21°, 3 ↖	37°, 2 ↖	»
Caséine	112 ↖	101° à 112° ↖	60°, 9 à 65°, 2 ↖	68° à 83° ↖	91, 2 ↖
Amandine (légumine d'amandes douces)	83 ↖	71°, 3 à 80° ↖	26°, 05 ↖	»	»
Ligament jaune, $t = 14$	?	134° à 167° ↖	56° à 77° ↖	»	»
Cartilage costal de veau, $t = 13$.	285 ↖	$t = 18°$, 135°, 8 ↖	$t = 13°$, 72° ↖	»	»
Cartilage de raie, $t = 16$	?	74°, 3 ↖	67°, 2 ↖	»	»
Osséine de mouton, $t = 18$	408 ↖	250° à 266° ↖	$t = 14°$, 94°, 2 ↖	$t = 15°$, 147°, 7 ↖	»
Gélatine, $t = 23$	181, 9 ↖	$t = 18°$, 181°, 4 ↖	$t = 17°$, 134°, 3 ↖	»	»
Albumine triplombiq. de canard.	49 ↖	»	40°, 45 ↖	»	45, 07 ↖
Albumine sexplombiq. de dinde.	43, 7 ↖	»	35°, 8 ↖	»	»

» Ce qui distingue encore les digestions gastriques des pancréatiques, c'est, dans ces dernières, la quantité considérable de produits cristallisables qui se forment.

» Il ne se produit pas seulement une albuminose dans ces actions : M. A. Béchamp l'a déjà montré pour les digestions gastriques; le fait est vrai aussi pour les digestions pancréatiques. Le pouvoir rotatoire de la matière digérée ne représente que la moyenne des pouvoirs rotatoires de ces différentes matières.

» Enfin, dans la colonne V, j'ai donné quelques pouvoirs rotatoires absolus de digestions par la papaïne. Elle a pour pouvoir rotatoire 53° à 54° ↖. On voit, par les nombres inscrits, que cette substance se rapproche-

([1]) A. Béchamp, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 17 mai 1882.

rait par son action de la gastérozymase; mais elle se rapprocherait aussi de la pancréazymase par la formation de composés cristallisés. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les trichines dans les salaisons.* Mémoire de M. G. COLIN, présenté par M. Gosselin. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Le but de ce travail est de déterminer le moment où les trichines périssent, par l'action du sel, dans les différentes préparations qu'on fait subir à la viande de porc pour en assurer la conservation et la livrer au commerce, par conséquent de préciser les conditions dans lesquelles les salaisons peuvent être consommées sans danger.

» Mes observations et mes expériences ont porté, d'une part, sur des animaux entiers qui avaient contracté la trichinose par ingestion de chairs trichinées, d'autre part sur les salaisons d'origine américaine qui sont importées, en grande quantité, depuis quelques années, dans presque toutes les parties du monde.

» Voici comment j'ai procédé à l'égard des animaux affectés de la trichinose. Après avoir développé, sûr des porcs, la maladie à un haut degré d'intensité, observé ses symptômes, sa marche et ses terminaisons, puis constaté, par le harponnage, la dissémination des helminthes dans les muscles, la formation des kystes, j'ai tué ces porcs, qu'on a découpés dans les formes habituelles. Le lard, les épaules et les jambons ont été salés partie à sec, partie dans la saumure; le maigre a été employé à la confection de saucisses de dimensions variées. Après des semaines et des mois, j'ai soumis ces préparations à l'examen microscopique et j'en ai distribué des portions à des animaux chez lesquels les trichines peuvent subir leur évolution intestinale et musculaire.

» L'un des porcs, qui avait contracté la maladie en mangeant seulement le quart d'un rat trichiné, fut préparé dans une saumure formée de 3 parties d'eau pour 1 de sel, et on fit de ses muscles des saucisses salées à 2, 3, 4 et 5 pour 100 de viande.

» Après huit, dix et douze jours d'immersion dans la saumure, le lard conservait toutes ses trichines vivantes; elles se déroulèrent dans l'intestin de divers oiseaux et y devinrent sexuées aussi rapidement qu'en sortant des muscles frais. Mais, à compter du quinzième jour de l'immersion du lard dans la saumure, elles se trouvaient mortes dans les parties superfi-

cielles, jusqu'à une profondeur de $0^m,03$. Elles l'étaient également à $0^m,05$ dans les muscles en contact avec le tibia et le fémur. Aussi les moineaux et les rats qui mangèrent le maigre de ces parties superficielles ne montrèrent-ils aucune trichine vivante dans l'intestin. Toutefois, après deux semaines, les parties profondes d'un jambon plus volumineux conservaient un grand nombre de ces nématoïdes vivants. Ils étaient tous morts à la fin du deuxième mois.

» Dans les préparations faites avec un hachis de viande salée à 2 pour 100, c'est-à-dire à un titre très faible, qui ne permet pas une conservation de longue durée, il ne restait plus de trichines vivantes dès la fin de la deuxième ou au commencement de la troisième semaine. Toutes ces trichines étaient mortes également dans les pièces où le hachis renfermait 3, 4 et 5 pour 100 de sel marin avec quelques centièmes de poivre. La mort des vers devait nécessairement survenir avec une rapidité proportionnée à la quantité de sel dont les préparations se trouvaient chargées.

» Les pièces de charcuterie provenant des autres animaux se sont comportées à peu près comme les précédentes. Seulement, dans les pièces volumineuses qui prenaient mal le sel par les fortes chaleurs de l'été, les trichines n'étaient entièrement tuées qu'au bout de six semaines à deux mois. Il n'en restait plus une seule vivante au centre des jambons d'un porc de grande taille tué avant le siége de Paris et examiné au mois d'avril suivant.

» Dans les expériences faites pour constater la mort ou la persistance de la vie des trichines, aucune incertitude ne pouvait planer sur les résultats obtenus, car les échantillons de viande étaient toujours donnés aux petits animaux d'essai, de deux manières : d'une part, tels qu'ils se trouvaient pris au centre des salaisons; d'autre part, après avoir été tenus dans l'eau tiède pendant douze à dix-huit heures, afin qu'ils pussent se dépouiller d'une partie de leur sel, dont les propriétés irritantes sont de nature à entraver plus ou moins l'évolution des helminthes dans le tube digestif.

» Les salaisons américaines, lards, jambons, épaules et filets que j'ai pu soumettre à mon examen peu de temps après leur arrivée en France et leur saisie ne m'ont fait voir que des trichines mortes. Leurs kystes trichineux étaient cependant le plus souvent d'un très bel aspect, réguliers, à délimitation nette. Des échantillons pris au centre de pièces saisies à Lyon, à Paris et à Bordeaux, ont été avalés par des séries de moineaux, de souris, de rats, de lapins, sans que, dans l'intestin de ces petits animaux, aucune trichine se soit déroulée après la dissolution de son enveloppe et ait

exécuté des mouvements appréciables. Toutes ces pièces n'offraient que des trichines mortes depuis un temps indéterminé; elles auraient pu être, sans le moindre inconvénient, livrées à la consommation.

» Pour mieux m'assurer qu'aucune trichine vivante n'échappait à mon observation, j'ai donné des morceaux de lard, de jambons, de filets à des rats, des lapins, et à un porc, qui ont été suivis attentivement pendant un, deux mois et plus avant d'être abattus. Aucun des animaux de cette seconde série n'a éprouvé de troubles digestifs ou d'autres indispositions imputables à la trichinose. Harponnés à la cuisse au bout d'un mois, ils n'ont montré dans les muscles aucun kyste trichineux ni aucune trichine en voie d'inclusion. Tués ensuite, après deux mois et plus et examinés avec soin, ils n'ont pas offert de traces de trichines ou de kystes dans les muscles des diverses régions du corps.

» Tous ces résultats sont en rapport avec ceux de mes anciennes expériences; ils concordent d'ailleurs avec ceux des recherches plus récentes de M. Corradi, de Pavie, et avec les faits constatés au laboratoire des Hautes Etudes, sous la direction de MM. Ch. Robin et G. Pouchet.

» Les salaisons américaines, dans les conditions et les délais où elles nous arrivent, ne paraissent donc pas aptes à transmettre la trichinose, à supposer qu'elles soient consommées crues ou après une cuisson imparfaite. Néanmoins, il est possible que, parfois, dans les plus récentes, dans celles d'un grand volume ou mal imprégnées de sel, il reste quelques helminthes vivants. Aussi, en prévision d'un danger, certainement rare et peu grave, serait-il sage de surveiller encore ces salaisons, si les mesures de prohibition qui les frappent étaient rapportées. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'analogie des effets des lésions centrales et des lésions corticales du cerveau.* Note de M. Couty, présentée par M. Vulpian.

« Avant de poursuivre mes expériences sur le mécanisme des troubles moteurs d'origine cérébrale, j'ai cru indispensable de rechercher si les paralysies produites par les lésions des parties profondes du cerveau étaient comparables aux paralysies d'origine corticale étudiées dans des Communications précédentes [1]. J'ai fait quarante-six expériences sur des singes et sur des chiens, en enfonçant dans leur cerveau, par une perforation du

(1) *Comptes rendus*, mars 1879; mai, juin 1881.

crâne, un petit couteau à pointe élargie que l'on faisait basculer; on produisait ainsi des sections et des dilacérations bien délimitées dont tous les effets pouvaient être observés, grâce à l'absence d'anesthésie.

» Parmi ces effets, les troubles paralytiques ont toujours été les plus faciles à étudier; ils sont survenus immédiatement, sans ictus ou sans coma intermédiaires, et par leur marche et leur forme, comme par leur gravité, ces paralysies centrales ont paru entièrement semblables à celles qu'auraient produites des lésions corticales d'égale étendue. Ainsi des chiens au repos laissaient leurs membres du côté opposé à la lésion dans des positions anormales; s'ils marchaient ou couraient, ils appuyaient leurs pieds sur la face dorsale des orteils, boitaient du membre antérieur, traînaient le membre postérieur; ou encore ils tournaient du côté de la lésion ou ils se heurtaient et tombaient du côté opposé, et ils employaient de préférence les membres du côté de la lésion à se défendre, à se relever et à faire d'autres efforts compliqués.

» Les singes présentaient souvent une paralysie relativement complète des deux membres opposés et surtout de l'antérieur; mais cette hémiplégie s'observe aussi après des lésions corticales, et dans la majorité des cas, sur le singe comme sur le chien, la lésion centrale produisait seulement des modifications de la position des membres au repos, avec paralysie incomplète, gêne ou retard des mouvements unilatéraux de préhension ou de défense et conservation relative des mouvements associés de course, de marche et de phonation.

» Avec des lésions uniquement centrales, nous obtenions donc les formes de paralysie que l'on avait regardées comme caractéristiques des lésions corticales; mais l'analogie ne s'arrêtait pas là : quand l'animal faisait un effort nettement adapté à un but, comme les chiens dont on a détruit le gyrus sigmoïde, il arrivait à produire des contractions qui avaient paru d'abord impossibles, et, s'il restait au repos, on constatait une paralysie marquée des mouvements de station. Ou encore un singe ou un chien continuait à marcher, à courir, à sauter et à se défendre sans troubles apparents, et il était déjà incapable de retirer la patte opposée à la lésion si on touchait ou si on pinçait légèrement ses orteils. La paralysie épargnait donc relativement les mouvements associés ou les mouvements volontaires, et la première modification portait sur les réflexes et sur la sensibilité propre de la moelle.

» Mais la plupart des animaux qui n'avaient plus d'excito-motricité conservaient intactes leurs perceptions cérébrales. Comme pour les lésions

corticales, la vision, les sensibilités tactiles et douloureuses ne furent troublées que dans un petit nombre de cas, et dans ces cas l'hémianesthésie, au lieu d'être isolée, coïncida avec des phénomènes marqués de paralysie motrice.

» Ce syndrome de troubles moteurs et sensitifs n'affectait aucun rapport avec les altérations anatomo-pathologiques; ou plutôt le siège et l'étendue de la lésion influaient sur le degré des phénomènes et non sur leur nature et leur forme. Ainsi les paralysies peu marquées après les dilacérations occipito-sphénoïdales étaient considérables si le couteau détruisait la région fronto-pariétale; de même les sections intra-capsulaires produisaient plus de troubles que les sections extra-capsulaires; mais il suffisait de faire dans les régions postérieures du cerveau une dilacération assez étendue pour obtenir tous les symptômes de la section fronto-pariétale ou de la destruction du corps strié ou du noyau lenticulaire. Les localisations fonctionnelles que l'on a voulu établir ont eu probablement pour point de départ diverses difficultés d'observation.

» Ainsi, après une section de la région occipito-sphénoïdale, un singe ou un chien peut conserver intacts tous ses mouvements spontanés, parce que cette lésion est relativement silencieuse; mais il ne réagit par aucune contraction si l'on excite légèrement les pattes du côté opposé, et l'on peut croire à une perte isolée de la sensibilité, alors qu'il n'y a qu'une modification des réflexes.

» On peut faire la même confusion dans des conditions presque inverses; les animaux auxquels on a fait des lésions trop considérables, et surtout ceux dont on a prolongé l'anesthésie, restent assez longtemps incapables de marcher et de se mouvoir régulièrement, et le seul trouble que l'on constate alors facilement est une diminution ou une suppression des réflexes du côté opposé à la lésion.

» Un examen anatomique trop rapide peut entraîner aussi des inexactitudes; ainsi il n'est pas rare de voir les tubercules quadrijumeaux congestionnés et infiltrés à la suite des lésions de la couche optique ou de la partie postérieure de la capsule : d'où une amblyopie qui a pu faire croire à une localisation des conducteurs visuels.

» Mais une observation mieux faite montre que les troubles de la vision, comme ceux de la sensibilité tactile, peuvent se produire après les lésions centrales les plus dissemblables et que, comme la paralysie motrice qui les accompagne, les anesthésies sont plus fréquentes après les lésions antérieures. Il y a donc là encore identité complète entre les divers ordres d'al-

tération du cerveau : le siége de la destruction corticale ou centrale, antérieure ou postérieure, n'a aucune influence sur la nature et la localisation des symptômes. Chaque ablation, chaque section, chaque dilacération cérébrale peut déterminer des modifications des diverses fonctions nerveuses périphériques, et le cerveau du singe ou du chien doit donc être considéré comme un appareil dont les diverses parties ont les mêmes rapports avec les nerfs moteurs ou sensitifs; seulement ces rapports sont plus ou moins intimes, et leur mécanisme, comme le mécanisme de l'action propre du cerveau, reste à déterminer. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil reproducteur des Etoiles de mer.* Note de MM. **Edm. Perrier** et **J. Poirier**.

« Dans un sujet aussi débattu que l'organisation des Échinodermes, il est important, si l'on veut arriver sûrement à une solution, de ne pas laisser s'accréditer des opinions nouvelles pouvant servir de base à des comparaisons morphologiques trompeuses, lorsque ces opinions se trouvent infirmées par des faits positifs.

» C'est le motif qui nous engage à relever immédiatement, malgré notre estime pour les travaux de M. le professeur Jourdain, quelques points d'une Note de ce savant contenue dans le dernier numéro des *Comptes rendus*. M. Jourdain nie l'existence de pores génitaux sur la région dorsale du disque des Étoiles de mer; il considère le canal circulaire dorsal de ces animaux comme une portion de l'appareil excréteur de leurs glandes génitales. Ce canal communique avec une poche enveloppant le canal hydrophore et la glande qui lui est accolée; cette poche, à son tour, viendrait s'ouvrir tout près de la bouche par un orifice qui servirait à la ponte et correspondrait par conséquent aux orifices génitaux que les Holothuries présentent dans la même région.

» Nous avons en ce moment, à notre laboratoire, au Muséum, des *Asterias glacialis* en pleine ponte; or il est facile de voir que les œufs s'échappent, comme l'avaient déjà observé Müller et Troschel chez l'*Asterias rubens*, par dix groupes de petits orifices situés un peu au-dessus de chaque angle interradial. Chaque groupe contient de trois à six orifices. Des *Asterias glacialis* ouvertes par le dos durant la ponte, et continuant à pondre malgré cette opération, ne nous ont montré aucun œuf engagé soit dans le canal circulaire dorsal, soit dans la poche tubulaire enveloppant le canal hydrophore. Cette poche fait en réalité communiquer le canal circulaire dorsal

avec un autre canal circulaire, entourant la bouche, et auquel viennen aboutir les cavités infrabrachiales. Dans chaque intervalle brachial, ce canal communique avec des espaces d'apparence vasculaire qui remontent verticalement en avant de chaque cloison interbrachiale, et sont constitués par un repli de la membrane péritonéale; la poche tubulaire enveloppant le canal hydrophore et la glande voisine n'est que l'un de ces espaces agrandi, parce que la membrane péritonéale, rencontrant, durant son développement, des organes déjà formés, a dû se replier autour d'eux pour rejoindre les parois du corps. Le canal circulaire dorsal et la poche enveloppant le canal hydrophore, ou *poche hydrophorique*, n'ont donc rien à faire avec l'appareil excréteur des glandes génitales. »

ZOOLOGIE. — *Développement de l'œuf de la* Podocoryne carnea. Note de M. A. DE VARENNE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de mes recherches sur l'origine de l'œuf chez plusieurs espèces d'Hydraires, et en particulier chez la *Podocoryne carnea*. Dans cette espèce, les œufs ne naissent pas, comme on le croyait, dans l'intérieur de la méduse, mais ils proviennent d'une cellule endodermique du cœnosarc du polype hydraire lui-même ; cette cellule se différencie et passe ensuite dans un diverticulum en cul-de-sac qui, en se développant, devient une méduse: cette méduse se détache à un certain moment du polype et nage librement en emportant les œufs qui occupent les parois du manubrium et arrivent là à maturité. Je veux aujourd'hui présenter le résultat de mes observations sur le développement de ces œufs ; car, si l'on connaît bien le développement de l'œuf chez les espèces d'Hydraires qui ont des sporosacs qui restent toujours fixés à la colonie, on n'a jusqu'à présent qu'un assez petit nombre d'observations relativement au développement de l'œuf chez les espèces qui ont des méduses libres.

» Il est en effet fort difficile de pouvoir conserver vivantes ces méduses après qu'elles se sont détachées du polype sur lequel elles ont bourgeonné. Je suis arrivé cependant, avec beaucoup de précaution, à conserver, l'été dernier, au laboratoire de Roscoff, les petites méduses qui bourgeonnent sur la *Podocoryne carnea*, assez longtemps pour pouvoir obtenir la fécondation de l'œuf et suivre son développement. J'avais dans des cuvettes de verre des colonies mâles, et, dans d'autres, des colonies femelles, et il m'était facile de recueillir les méduses mâles et femelles à mesure qu'elles se déta-

chaient du polype. Je mettais alors dans une cuvette de verre quelques méduses femelles et une ou deux méduses mâles. Après avoir nagé pendant quelques heures, les méduses diminuent d'activité : elles ne contractent plus leur ombrelle qu'à des intervalles de plus en plus éloignés et finissent par tomber au fond de la cuvette. Elles retournent alors complètement leur ombrelle, et les œufs et les spermatozoïdes contenus dans les parois du manubrium sont mis en liberté par la rupture de l'ectoderme du manubrium, devenu fort mince par suite de la pression exercée sur lui par les produits sexuels, à mesure qu'ils augmentent de volume en se développant. La fécondation a alors lieu. Je ne pense pas que dans les conditions normales il en soit ainsi : je suppose qu'alors les méduses nagent librement plus longtemps, que les œufs sont fécondés dans l'intérieur de la méduse et qu'ils ne s'échappent même de cette méduse qu'à l'état de *Planula*. Quoi qu'il en soit, après la fécondation, la vésicule germinative disparaît et l'œuf présente des mouvements amiboïdes très prononcés : il se forme ensuite un globule polaire très réfringent. Il se produit alors à la surface de l'œuf et sur la ligne médiane un sillon qui s'enfonce de plus en plus et sépare ainsi l'œuf en deux sphères plus petites accolées l'une à l'autre : l'œuf est fractionné en deux. On voit ensuite un sillon perpendiculaire au premier qui, en s'enfonçant de plus en plus, sépare en deux chacune des sphères précédentes : l'œuf est ainsi segmenté en quatre. La segmentation continue, chacune des sphères nouvelles étant à son tour fractionnée en deux par un sillon médian; le nombre des sphères devient ainsi de plus en plus considérable, et nous arrivons à avoir une masse cellulaire de forme ovale allongée.

» Pendant tout le temps de la segmentation, les mouvements amiboïdes sont très accentués, et les différentes sphères peuvent même cheminer les unes sur les autres. La division des cellules se continue très activement : en se multipliant, elles se disposent de façon à former deux couches, en même temps qu'il se creuse à l'intérieur une cavité. Nous avons maintenant une cavité centrale entourée par l'endoderme et l'ectoderme. C'est la phase de *Planula*. Les cellules de l'ectoderme sont beaucoup plus petites que celles de l'endoderme. Les cils vibratiles apparaissent à la surface de l'ectoderme, et, il me semble aussi, à la surface de l'endoderme dans la cavité centrale. En même temps, l'embryon s'allonge : on trouve à ce moment les premiers nématocystes. A l'aide de ses cils vibratiles, l'embryon nage, animé d'un mouvement de rotation autour de son grand axe.

» Après avoir nagé pendant quelques heures, la *Planula* perd ses cils

vibratiles, se fixe par son extrémité antérieure, qui s'élargit et s'étale en forme de disque, tandis que la partie du corps restée libre est dirigée perpendiculairement à la surface de ce disque. D'abord circulaire et régulier, ce disque se découpe en plusieurs languettes, qui s'allongent et forment l'hydrorhize destinée à fixer le polype aux corps étrangers; on voit sur l'hydrorhize un mince revêtement chitineux. Quant à l'extrémité libre de l'embryon fixé, elle s'allonge encore, se termine en une sorte de cône, qui se perfore à son sommet pour former la bouche, tandis qu'un peu plus bas, à la base de ce cône, on voit un cercle de petits tubercules qui s'allongent et deviennent les tentacules. Nous avons maintenant un polype à peu près semblable à ceux sur lesquels nous avons vu bourgeonner les méduses qui nous ont fourni les œufs dont nous avons suivi le développement.

» Je n'ai pas pu pousser plus loin mes observations, à cause de la mort des polypes; mais nous pouvons conclure que, chez les Hydraires qui ont une méduse libre, l'œuf présente le même développement que chez les espèces qui ont des sporosacs qui restent toujours fixés à la colonie. »

STATISTIQUE. — *Sur l'état actuel de la circulation monetaire et fiduciaire, avec quelques indications sur les modifications survenues dans l'extension du système métrique.* Note de M. DE MALARCE, présentée par M. Tresca.

« Le 3 février 1879, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie l'état de l'extension du système métrique des poids et mesures et du développement des systèmes monétaires, conformes ou concordants, dans les divers États du monde civilisé.

» J'indique aujourd'hui, pour faire suite au premier travail, d'abord l'état de la circulation monétaire et fiduciaire en 1881. On estime que les métaux d'or et d'argent monnayés en circulation dans les pays civilisés représentent actuellement une valeur de 34 milliards de francs, dont 18 en or et 16 en argent; et nous pouvons établir en chiffres précis que la circulation fiduciaire, billets d'État ou de banque, représente plus de 15 milliards, non compris la Chine, qui a une énorme circulation fiduciaire dont le chiffre est inconnu, le Mexique et les autres États hispano-américains, sur lesquels on n'a pas de données suffisantes. Tous les États sur lesquels on peut se procurer des données précises sont compris dans le tableau sui-

vant, qui indique pour chacun d'eux le chiffre des billets d'État ou de banque en circulation moyenne en 1880-1881.

	En millions de francs.	
France	2600	
Belgique	300	
Suisse	100	
Italie	1600	Cours forcé, mais en voie de devenir cours légal.
Grèce	70	Cours forcé, mais pour un temps limité.
Roumanie	26	Cours forcé jusqu'en 1884.
Espagne	100	
Portugal	150	
Angleterre	1100	
Danemark	50	
Suède	123	
Norvège	40	
Allemagne	1200	
Autriche-Hongrie	1732	Cours forcé.
Pays-Bas	420	
Russie	1133	Cours forcé.
Chine		Circulation considérable, mais dont la somme n'est pas connue.
Japon	750	
États-Unis	3600	
Mexique		Circulation fiduciaire dont on n'a pas les données officielles.
Brésil	608	Cours forcé, mais pour un temps déterminé.
Uruguay	»	Inconnu quant à la somme en circulation.
République argentine.	»	»

Au total 15 milliards 702 millions de francs.

» L'Angleterre, la nation qui a la plus grande activité commerciale, emploie relativement la moindre quantité d'instruments monétaires (monnaies métalliques ou fiduciaires) : en monnaies métalliques, 3700 millions de francs; en monnaies fiduciaires, 1100; au total, 4800 millions de francs. Cela tient surtout à ce que l'Angleterre effectue une grande partie de ses opérations par les clearing-houses (chambres de liquidation); celle de la Cité de Londres a servi à payer par virements, dans la dernière année écoulée, plus de 147 milliards de francs. Relativement, la France emploie beaucoup plus d'instruments monétaires : en monnaies métalliques, 6000 millions de francs; en monnaies fiduciaires, 2600 millions de francs; au total, 8600 millions de francs.

» Afin de compléter autant que possible les indications relatives à la question monétaire, nous ajouterons que deux États européens, la Serbie et la Bulgarie, se sont joints à ceux qui frappaient, en 1879, déjà des monnaies conformes au système de l'union occidentale de la Convention de 1865. En Amérique, la République argentine est dans le même cas, ainsi que la Perse en Asie.

» Par suite de ces adhésions et de l'augmentation de la population des États précédemment compris, l'ensemble des peuples qui ont des monnaies propres à une circulation internationale, d'après le système français, représentent 174 millions d'habitants au lieu de 150, en 1879.

» En ce qui concerne les poids et mesures, la Serbie doit être aujourd'hui comptée parmi les États où le système décimal est obligatoire, l'Égypte parmi ceux où il est admis, en principe ou partiellement, pour les douanes; un total de 711,8 millions d'habitants connaissent légalement le système métrique décimal, au lieu de 658 millions.

» Les données de ce travail ont été, dans toutes leurs parties, fondées sur les informations que nous avons pris soin de recueillir tant auprès des gouvernements que des établissements publics les mieux informés. En faisant connaître ces chiffres, il est bon de constater que les Tableaux de ces développements progressifs du système métrique décimal et du système monétaire français exercent une grande influence sur les progrès pratiques de cette importante question. »

M. P. **Verdeil** adresse une Note relative à la théorie des moteurs à vapeur.

M. E. **Desrousseaux** adresse une Note concernant la théorie de l'électricité et du magnétisme.

M. V. **Poulet** adresse une Note tendant à établir que l'acide hippurique est le véritable principe acide du suc gastrique, chez l'homme.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie, par l'organe de M. Gosselin, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Bouillaud*.

En première ligne.	M. **Davaine**.
En deuxième ligne.	M. **Charcot**.
En troisième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **P. Bert**. M. **Brown-Séquard**.
En quatrième ligne.	M. **Sappey**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 MARS 1882.

Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Application du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées, 5e et 6e années. *Rapport sur les travaux des années* 1880 *et* 1881 *et sur les résultats obtenus en grande culture; par* M. A.-F. Marion. Paris, P. Dupont, 1882; in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Personnel. Janvier 1882. Paris, Dunod, 1882; 2 livr. in-8°.

Capillarité; par M. A. Terquem. Paris, Dunod, 1881; in-8°. (Extrait de l'*Encyclopédie de Chimie*.) [Présenté par M. Faye.]

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans. T. XXII, nos 2, 3 et 4, 1881; 2e, 3e et 4e trimestres. Orléans, impr. Puget et Cie, 1882; in-8°.

Etudes cliniques sur le traitement des bubons vénériens. Compression combinée

à diverses méthodes thérapeutiques; par le Dr E. Gavoy. Paris, O. Doin, 1882; br. in-8°.

Du gauchissement des poutres des ponts en fer. Calcul des contre-ventements; par M. S. Périssé. Paris, Baudry, 1882; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils.*)

Gaseous spectra in vacuum tubes, etc.; by Piazzi Smyth. Edinburgh, Neill and C°, 1881; in-4°. (From the *Transactions of the royal Society of Edinburgh.*)

On the constitution of the lines forming the low-temperature spectrum of oxygen; by Piazzi Smyth. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

History and causes of the incorrect latitudes as recorded in the journals of the early writers, navigators and explorers relating to the Atlantic coast of North America 1535-1740; *by* the Rev. Ed. F. Slafter. Boston, 1882; in-8°.

Observations of the transit of Venus december 8-9 1874, *etc.;* edited by S. Newcomb. Washington, Government printing office, 1880; in-4° relié.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mars 1882.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, publié par ordre du Ministre de la Guerre. IIIe série, T. XXXVII. Paris, V. Rozier, 1881; in-8°.

Inventaire des Archives de Chalon-sur-Saône de 1221 *à* 1790; *par* F.-M. Gustave Millot. Chalon-sur-Saône, imp. Landa 1880; in-4°.

Ville de Lyon. Commission des eaux. Rapport fait au nom de la Sous-Commission d'Hygiène et de Chimie; par le Dr Saint-Lager. Lyon, Association typographique Th. Giraud, 1882; in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; T. III, 2e semestre. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)

Etude sur le traitement des fractures indirectes récentes du rachis; par J.-M. Carafi. Paris, A. Parent, 1882; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité de Géologie; par A. de Lapparent, fascicule 5 (pages 641 à 800). Paris, F. Savy, 1882; in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

Etude du cheval de service et de guerre; par A. Richard (du Cantal). Paris, Maison Rustique et J. Dumaine, sans date; 1 vol. in-12.

Hospice de Marsens. Rapport général administratif et relevé statistique du service médical pour l'année 1878, *à la Commission administrative de l'hospice de Marsens.* Fribourg, imp. Fragnière, 1879; in-12.

Multiples des nombres considérés sous leurs diverses formes, avec tables et procédés pour réduire tous les multiples des nombres à leur plus simple expression; par C. ZELLER. Mulhouse, imp. Ve Bader, 1881; in-8°.

Die allgemeine Functionentheorie, von P. DU BOIS-REYMOND; erster Theil. Tubingen, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Librorum in bibliotheca Sepulae Pulcovensis contentorum Catalogus systematicus; Pars secunda, ab EDUARDO LINDEMANNO elaborata. Edendum curavit et praefatus est OTTO STRUVE. Petropoli, 1880; in-8°.

Mathematical fragments being facsimiles of his unfinished papers relating to the theory of graphs; by the late W. K. CLIFFORD. London, Macmillan, 1881; in-4° relié.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard college, in Cambridge; Vol. VI, Part. II, n° 12. Cambridge, Mass., 1881; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 MARS 1882.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'artillerie de la Marine; T. IX, 3e livraison. Paris, imp. Baudoin, 1881; in-8°, avec planches in-f°.

Annuaire de la Société nationale d'Agriculture de France, année 1882. Paris, Hôtel de la Société, 1882; in-18.

De Moscou au mont Tatras. Etude sur la formation d'une race; par M. G. LE BON. Paris, Delagrave, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Mémoire sur la saccharification des fécules; par M. DUBRUNFAUT. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

F. MALAPERT. *Le printemps perpétuel en France et en Angleterre. Des inondations dangereuses.* Paris, Guillaumin, 1878; in-32. (Deux exemplaires.)

Premiers secours aux blessés sur le champ de bataille; par H. FOURNIÉ; 1881, Mémoire autographié in-4°, avec atlas in-f° oblong. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Atti della R. Accademia dei Lincei 1881-82, serie terza, *Transunti,* Vol. VI, fasc. 8°, seduta del 5 marzo 1882. Roma, Salviucci, 1882; in-4°.

Reale Accademia dei Lincei. Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte, etc. Memoria seconda del socio G. V. SCHIAPARELLI. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1882.)

Page 645, ligne 2, *au lieu de* $0^m,5$, *lisez* $0^m,05$.

(Séance du 20 mars 1882.)

Page 814, ligne 6 en remontant, *au lieu de* Espaily, lisez Espaly.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AVRIL 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale elliptique de troisième espèce*, par M. HERMITE.

« L'expression donnée pour la première fois par Jacobi, à savoir :

$$\int_0^x \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx = x \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{1}{2} \log \frac{\Theta'(x-a)}{\Theta(x-a)},$$

renferme un logarithme dont les déterminations multiples répondent aux diverses valeurs que prend l'intégrale suivant le chemin décrit par la variable. Dans le cas des fonctions complètes, que je désignerai de la manière suivante,

$$\Pi(a) = \int_0^{K} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx,$$

$$i\Pi^1(a) = \int_K^{K+iK'} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx,$$

je me suis proposé, en supposant les deux intégrales rectilignes, de lever toute ambiguïté et d'obtenir une détermination précise. On y parvient, comme je vais le faire voir.

» Considérons d'abord la quantité $\Pi(a)$; en vertu de la relation

$$\Theta(\mathrm{K}-a)=\Theta(\mathrm{K}+a),$$

la formule de Jacobi donne immédiatement

$$\Pi(a)=\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}+\mu i\pi,$$

où μ est un nombre entier qu'il s'agit de déterminer. Or, en supposant que a soit réel, l'intégrale est elle-même réelle, et, dans ce cas, on doit prendre nécessairement $\mu=0$. J'ajoute qu'il en est encore de même si l'on a

$$a=p+iq,$$

p étant quelconque, et q compris entre $-\mathrm{K}'$ et $+\mathrm{K}'$, c'est-à-dire tant que le paramètre est représenté par un point compris entre deux parallèles à l'axe des abscisses, menées à la distance K' au-dessus et au-dessous de cet axe. Dans cet intervalle, en effet, la fonction $\Pi(a)$ est finie et continue, comme le montre la formule

$$\Pi(a)=\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}+\frac{1}{2}\int_0^{\mathrm{K}}\left[\frac{\Theta'(x-a)}{\Theta(x-a)}-\frac{\Theta'(x+a)}{\Theta(x+a)}\right]dx.$$

» Plaçons-nous maintenant en un point quelconque du plan en changeant a en $a+2mi\mathrm{K}'$, où m désigne un entier arbitraire. La fonction $\Pi(a)$ a pour période $2\mathrm{K}$ et $2i\mathrm{K}'$; le nombre μ doit donc être tel qu'on ait

$$\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a+2mi\mathrm{K}')}{\Theta(a+2mi\mathrm{K}')}+\mu i\pi=\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}.$$

Cela étant, la relation

$$\frac{\Theta'(a+2mi\mathrm{K}')}{\Theta(a+2mi\mathrm{K}')}=\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}-\frac{mi\pi}{\mathrm{K}}$$

nous donne sur-le-champ $\mu=m$. La première des intégrales complètes de troisième espèce est ainsi une fonction doublement périodique de la variable a, continue entre les parallèles au-dessus et au-dessous de l'axe des abscisses, aux distances K', $3\mathrm{K}'$, ..., $(2m-1)\mathrm{K}'$ de l'origine, et qui change brusquement de valeur, en s'augmentant de la constante $i\pi$, lorsqu'on franchit une de ces droites en s'élevant au-dessus de l'axe.

» Ce résultat peut être obtenu d'une autre manière, en considérant les

coupures de l'intégrale

$$\Pi(a) = \int_0^{K} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx.$$

Qu'on pose, à cet effet, l'équation

$$1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x = 0,$$

on en tire

$$a = \pm x + 2mK + (2m' + 1) iK'$$

et, par conséquent, en faisant varier x de zéro à K, toutes les droites dont il vient d'être question. On trouve ensuite, par la formule que j'ai donnée ailleurs (*Journal de Mathématiques* de MM. Weierstrass et Kronecker, t. XCI, p. 65), la constante $i\pi$, pour la différence des valeurs de l'intégrale en deux points infiniment voisins au-dessus et au-dessous d'une coupure.

» Nous allons arriver à des conséquences toutes semblables en considérant la seconde fonction complète, qui est donnée par l'intégrale

$$\Pi^1(a) = \int_K^{K+iK'} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx.$$

» De la formule de Jacobi, on tire d'abord, au moyen de la relation

$$\frac{\Theta(K + iK' - a)}{\Theta(K + iK' + a)} = \frac{i\pi a}{2K},$$

l'expression suivante, où μ désigne encore un entier indéterminé :

$$\Pi^1(a) = K' \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\pi a}{2K} + \mu\pi.$$

» Elle montre que l'intégrale est une quantité réelle pour des valeurs réelles de a, ce qu'on voit d'ailleurs en changeant de variable et posant

$$x = K + it,$$

de sorte que t varie de zéro à K'. Au moyen de la formule

$$\operatorname{sn}(K + it) = \frac{1}{\operatorname{dn}(t, k')},$$

nous obtenons, en effet, pour transformée

$$\Pi^1(a) = \int_0^{K'} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{dn}^2(t, k') - k^2 \operatorname{sn}^2 a} dt.$$

» Je remarque encore que l'équation

$$a = \pm x + 2mK + (2m' + 1)iK'$$

représente, lorsqu'on y fait $x = K + it$, la série des parallèles à l'axe des ordonnées, aux distances K, $3K$, $5K$, ... de cet axe, et qu'entre deux parallèles consécutives l'intégrale sera une fonction continue de a, sauf en des points isolés. Si l'on considère, en particulier, la portion de l'axe des abscisses comprises entre les limites $K - \varepsilon$ et $-K + \varepsilon$, où ε est aussi petit qu'on le veut, l'entier μ qui ne change pas dans cet intervalle est nul, attendu que l'intégrale s'évanouit quand on suppose $a = 0$. Nous avons, par conséquent, entre les premières parallèles, l'équation

$$\Pi'(a) = K' \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\pi a}{2K},$$

dont le second membre se reproduit, comme on le vérifie aisément si l'on change a en $a + 2iK'$.

» Cela posé, pour tout autre point du plan dont l'affixe peut être représentée par $a + 2mK$, la partie réelle de a étant comprise entre $-K$ et $+K$, nous avons

$$\Pi'(a + 2mK) = \Pi'(a),$$

c'est-à-dire

$$K' \frac{\Theta'(a + 2mK)}{\Theta(a + 2mK)} + \frac{\pi(a + 2mK)}{2K} + \mu\pi = K' \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\pi a}{2K},$$

et nous en concluons la valeur cherchée $\mu = -m$. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice;* par M. DE SAINT-VENANT.

« 1. Lorsque l'écoulement de l'eau d'un vase par un orifice est à l'état permanent, il suffit à la rigueur, pour établir la formule des quantités écoulées, de supposer connue la distribution des vitesses dans les deux seules tranches extrêmes.

» Mais il n'en est pas de même dans le problème du vase qui se vide; et, d'ailleurs, la question des rapports mutuels des vitesses dans l'intérieur de la masse liquide est intéressante à d'autres égards, comme Poncelet l'a plusieurs fois exprimé. Il est donc à désirer qu'elle reçoive une solution

rationnelle, quand ce ne serait d'abord que pour un cas, celui de permanence et de petit orifice, pouvant, comme type, fournir ensuite des lumières pour les autres cas.

» Il n'y a eu, à notre connaissance, aucune autre recherche mathématique y ayant trait, que celles auxquelles M. Boussinesq s'est livré en 1870 (*Comptes rendus*, 1er semestre, p. 33, 177, 1279) et qu'il a développées en 1873 (*Savants étrangers*, t. XXIII, *Eaux courantes*, nos 198-202). Son objet était autre, à savoir la difficile question de la veine d'écoulement. Mais son analyse comprend ce qu'il faut pour traiter convenablement notre question actuelle.

» 2. En considérant que, dans le mouvement dont il s'agit, les frottements, ainsi que tout l'indique, ne jouent qu'un rôle négligeable, cet auteur regarde, avec Lagrange, les trois composantes des vitesses du liquide parallèlement à des coordonnées rectangles x, y, z, comme étant et restant à tout instant les dérivées $\frac{d\varphi}{dx}$, $\frac{d\varphi}{dy}$, $\frac{d\varphi}{dz}$ d'une fonction φ de ces coordonnées, ce qui donne, pour la condition d'incompressibilité :

$$(1) \qquad \frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0.$$

» Or cette équation, comme on sait, régit aussi le potentiel des trois composantes des actions, inverses des carrés des distances, exercées par les points matériels d'une masse attirante sur un point extérieur attiré. Et, ici, une analogie analytique de plus se présente entre ces deux ordres si différents de phénomènes : elle dérive de ce que, dans la masse fluide du réservoir, qu'on suppose avoir des dimensions très grandes et comme infinies par rapport à celles de l'orifice percé au fond horizontal du réservoir, si l'on imagine une demi-sphère d'un grand rayon

$$(2) \qquad v = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$$

ayant son centre au milieu de l'orifice, comme la somme des quantités de fluide qui passeront à chaque instant à travers sa surface avec les vitesses normales $\frac{d\varphi}{dv}$ devra être égale à la *dépense* par l'orifice, on devra avoir, comme pour l'attraction newtonienne

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \frac{d\varphi}{dv} = \text{des quantités qui pour } v \text{ très grand seront de l'ordre de } \frac{1}{v^2} \\ \varphi = \quad\text{»}\qquad\qquad\text{»}\qquad\qquad \frac{1}{v} \end{array} \right\} \text{ou} = 0 \text{ pour } v = \text{l'infini.}$$

» Et il y a une autre condition *définie* ou limite à imposer à la fonction φ: c'est, si l'axe des z est perpendiculaire au plan de l'orifice, et si les vitesses de débit sont représentées par une fonction F des coordonnées x, y des points de l'orifice où elles ont lieu, qu'il faut qu'on ait :

$$(4) \quad \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)_{z=0} = \mathrm{F}(x,y) \text{ en ces points, et } = 0 \text{ en tous les autres sur le fond,}$$

condition qui peut tout aussi bien s'appliquer aux écoulements non permanents qu'à ceux qui sont permanents, en faisant varier avec le temps la fonction F.

» L'intégrale est, comme on peut le vérifier, ξ, η étant deux variables auxiliaires,

$$(5) \qquad \varphi = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mathrm{F}(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta}{\sqrt{z^2 + (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}}.$$

» Elle n'est autre que le potentiel de l'attraction newtonienne qui serait exercée sur l'unité de la masse fluide indéfinie, en chacun de ses points (x, y, z), par une couche matérielle mince, étalée sur le plan de l'orifice, et dont l'épaisseur, pour chacun des éléments superficiels de celui-ci, serait le produit de $\frac{1}{2\pi}$ par la composante verticale $\left(\frac{d\varphi}{dz}\right)_{z=0}$, qui est la vitesse de débit à travers cet élément (*Savants étrangers*, même tome XXIII, n° 201).

» Si donc, afin d'avoir une approximation qui suffit pour des distances contenant un grand nombre de fois les dimensions de l'orifice, l'on regarde tous ces *appels* des éléments du débit comme ayant une résultante émanant du centre de gravité de celui-ci, l'on voit que *la vitesse de chaque molécule du réservoir est, en direction, et aussi en grandeur, l'attraction newtonienne exercée sur cette molécule par un corps placé au centre de l'orifice*. Tous les mouvements convergent rectilignement vers ce centre.

» **3.** Dès lors, une surface ou une ligne quelconque, se trouvant formée à un instant donné par des molécules fluides du réservoir, rien n'est plus facile que de déterminer la transformée de cette ligne ou surface pour tout instant subséquent.

» Si, par exemple, cette surface est celle de la demi-sphère de rayon a, ayant pour centre celui de l'orifice, et comprenant ainsi un volume fluide $\frac{2}{3}\pi a^3$, elle deviendra, quand il aura passé par l'orifice une fraction m de ce volume, une deuxième demi-surface sphérique, concentrique à la pre-

mière, et d'un rayon r tel qu'on ait

(6) $$\frac{2}{3}\pi a^3 - m\frac{2}{3}\pi a^3 = \frac{2}{3}\pi r^3;$$

d'où, pour le rayon de cette transformée,

(7) $$r = a\sqrt[3]{1-m},$$

où l'on ferait $m = \frac{t}{t_1}$ si l'écoulement était permanent et si, la loi de décroissement de r étant supposée rester exactement la même jusqu'à $r = 0$ ou $m = 1$, on appelait t_1 le temps t du passage complet de la portion $\frac{2}{3}\pi a^3$ de la masse fluide par l'orifice.

» Cette formule, si, par exemple

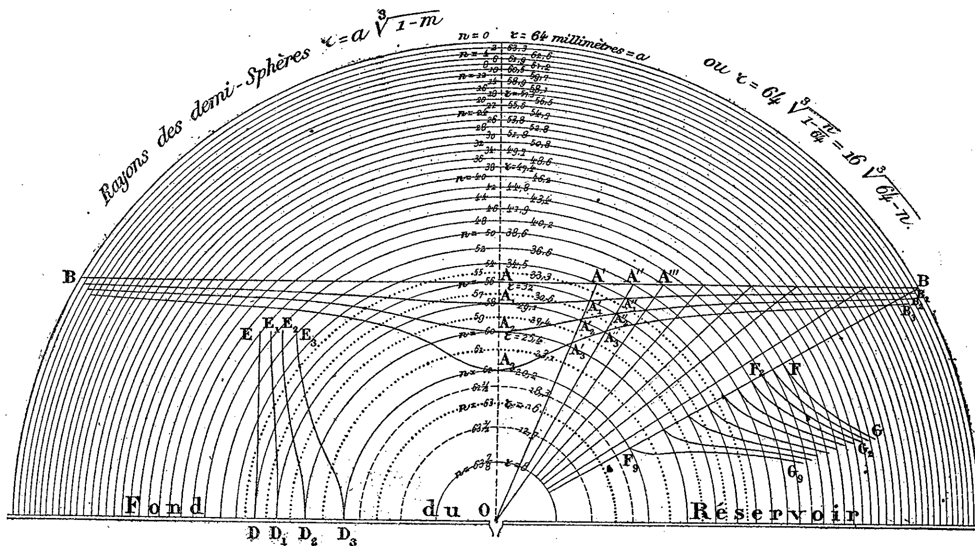
(7) $$a = 64^{\text{mm}},\quad m = \frac{n}{64},\quad \text{d'où}\quad r = 16\sqrt[3]{64-n},$$

donne

(8)

Pour $n = 64\,m = 0,$	2	4	6	...	56	60	63	63,75	64
» $r =$ $64^{\text{mm}},$	63,3	62,6	61,9	...	32	25,4	16	8	0

c'est-à-dire (*fig.* 1) $r =$ tous les nombres (de millimètres) qui ont été écrits



sur cette figure, au haut des demi-circonférences dont ils sont les rayons, avec, en regard à gauche, les valeurs correspondantes de $n = 64\,m$.

» La surface d'une demi-sphère fluide ayant le rayon 64^{mm} a pour transformées successives les autres demi-sphères dont cette figure présente, en lignes pleines, les coupes méridiennes, à mesure qu'il passe, par l'orifice, un volume

$$(9) \qquad V = \frac{2}{64}\frac{2}{3}\pi(64)^3 = 2\frac{2}{3}\pi(16)^3 \text{ millimètres cubes,}$$

qui est le volume compris entre deux demi-sphères consécutives.

» Cette épure offre le moyen d'obtenir graphiquement la transformée de toute autre ligne d'eau, droite ou d'une courbure quelconque, comprise dans un plan méridien.

» Soit par exemple, dans le plan de la figure, l'horizontale BAB distante de $OA = 32^{mm}$ du fond, ou de l'orifice O. Qu'on joigne par des rayons OA, OA', OA'', OA''', ..., OB, avec son centre O, les divers points où cette ligne est coupée par les demi-circonférences en lignes pleines; ces points, quand se sera écoulé le volume que nous appelons (9) V, se trouveront transportés en A_1, A'_1, A''_1, ..., B_1, où les mêmes rayons auront coupé la ligne circulaire pleine la plus proche. L'ensemble de ces points donne une première transformée. Qu'il s'écoule un second volume V; les points se trouveront aux endroits où les mêmes rayons coupent le demi-cercle plein de grandeur immédiatement inférieure.

» On obtiendra ainsi les courbes $A_1 A'_1 \ldots B_1$, $A_2 \ldots B_2$, $A_3 \ldots B_3$. Elles ont toutes pour asymptotes la droite BAB, dont elles sont les transformées.

» Par un procédé absolument semblable, nous obtiendrons pour transformées d'une ligne verticale DE les courbes $D_1 E_1$, $D_2 E_2$, $D_3 E_3$ ayant cette ligne pour asymptote.

» De même, pour une courbe quelconque FG, située dans le plan BOB, nous obtiendrons, en joignant au centre, par des rayons, ses points d'intersection avec les diverses demi-circonférences, les transformées $F_1 G_1$, $F_2 G_2$, ..., $F_9 G_9$.

4. Observons que ce décroissement successif des rayons d'une surface hémisphérique liquide est indépendant des forces qui le produisent, ou est le même, soit que l'écoulement ait pour cause la pesanteur du fluide, ou une pression exercée sur sa surface supérieure, ou la simple pression de l'atmosphère agissant en haut pendant qu'une aspiration serait exercée en bas sur l'orifice.

» Les transformées successives d'une même nappe fluide sont indépen-

dantes, aussi, du degré de la vitesse de sortie du fluide, ainsi que des dimensions absolues, supposées toujours petites, de l'orifice, et des quantités absolues écoulées.

» Leurs formes seraient aussi les mêmes si le fond était un plan incliné au lieu d'un plan horizontal, les dimensions de la masse fluide étant toujours supposées indéfinies.

» Observons encore que, pour obtenir les transformées de BAB (même *fig.* 1) dont le *sommet*, tel que A_8, se rapproche de l'orifice, on pourrait se servir des demi-circonférences que nous avons tracées en ponctué et qui sous-doublent successivement les quantités de fluide comprises entre les demi-sphères indiquées par les lignes pleines.

» Mais, dans d'autres Communications, nous donnerons des moyens de faire mieux et plus complètement connaître ces curieuses courbes, et nous déterminerons les mouvements fluides dans des réservoirs *non indéfinis,* ou limités par des parois planes à des distances finies des orifices. »

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur le principe d'un nouveau revolver photographique;* par M. J. JANSSEN.

« Les applications que vient de recevoir le revolver photographique entre les mains de notre éminent confrère, M. Marey, sont un motif pour faire connaître le principe d'un nouveau revolver qui permettra de saisir les phases successives d'un phénomène s'accomplissant avec une rapidité considérable, comme, par exemple, le mouvement des ailes dans l'acte du vol chez les insectes.

» On sait que le principe du revolver photographique consiste dans le mouvement rotatif d'une plaque sensible sur laquelle viennent se produire successivement, et par l'effet d'un mécanisme, les images des phases diverses d'un phénomène variable.

» Mais, dans cet instrument, la plaque sensible est arrêtée chaque fois qu'une image va être prise, et elle ne se meut que pour permettre à la région voisine, non impressionnée, de recevoir une image nouvelle. Telle était la disposition du premier revolver qui a été conçu et exécuté à l'occasion du passage de Vénus en 1874.

» En satisfaisant à cette condition de l'arrêt de la plaque photographique pendant la prise de l'image, on peut encore obtenir un certain

nombre de photographies par seconde, et c'est le cas qui a été réalisé par M. Marey dans l'étude qu'il vient de présenter sur le vol des oiseaux; mais il est aisé de comprendre que cette condition impose une limite bientôt atteinte dès qu'on veut dépasser une dizaine d'images par seconde. C'est qu'il est extrêmement difficile d'arrêter subitement, et pour un temps très court, un corps animé d'un mouvement rapide.

» Par exemple, l'étude du vol chez les insectes exige qu'on prenne des images se succédant à des intervalles d'une petitesse extrême, probablement fort au-dessous de $\frac{1}{100}$ de seconde. Or, il serait impraticable d'imprimer à une plaque des mouvements et des arrêts se succédant avec une telle rapidité.

» Les applications du revolver qui sont peut-être les plus intéressantes et les plus riches en faits nouveaux seraient demeurées inabordables si cette condition des arrêts successifs était absolument inéluctable.

» Mais, depuis longtemps déjà que je songe à utiliser cet instrument pour l'étude de la mécanique animale [1], j'ai pensé qu'il serait possible de prendre des images photographiques sur une plaque en mouvement.

» Si l'on analyse la question, on trouve qu'il existe un rapport, suivant la délicatesse des éléments de l'image, entre le mouvement qu'on peut donner à la plaque et le temps de l'action lumineuse.

» La Communication de notre confrère M. Marey ayant appelé de nou-

---

[1] Extrait du *Bulletin de la Société française de Photographie*, avril 1876.

« La propriété du revolver, de pouvoir donner automatiquement une série d'images nombreuses, et aussi rapprochées qu'on veut, d'un phénomène à variations rapides, permettra d'aborder des questions intéressantes de Mécanique physiologique se rapportant à la marche, au vol, aux divers mouvements des animaux. Une série de photographies qui embrasserait un cycle entier des mouvements relatifs à une fonction déterminée fournirait de précieuses données pour en éclairer le mécanisme.

» On comprend, par exemple, tout l'intérêt qu'il y aurait, pour la question encore si obscure du mécanisme du vol, à obtenir une série de photographies reproduisant les divers aspects de l'aile durant cette action. La principale difficulté viendrait actuellement de l'inertie de nos substances sensibles, eu égard aux durées si courtes d'impression que ces images exigent; mais la Science lèvera certainement ces difficultés.

» A un autre point de vue, on peut dire aussi que le revolver résout le problème inverse du phénakisticope. Le phénakisticope de M. Plateau est destiné à produire l'illusion d'un mouvement ou d'une action au moyen de la série des aspects dont ce mouvement ou cette action se compose. Le revolver photographique donne au contraire l'analyse d'un phénomène en reproduisant la série de ses aspects élémentaires. »

veau mon attention sur ces études, je me suis proposé de donner une démonstration expérimentale du principe dont nous parlons, et j'ai choisi pour sujet les images solaires.

» On sait que la granulation de la surface solaire est un des objets les plus difficiles à voir dans les lunettes, et que sa reproduction par la photographie n'a été obtenue que tout récemment. Or, pour donner du principe en question une démonstration tout à fait probante, je me suis proposé d'obtenir cette granulation sur une plaque animée d'un mouvement de $0^m,15$ à $0^m,20$ par seconde.

» Le résultat a pleinement répondu à ma prévision. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux des Membres de l'Académie une plaque sur laquelle on voit reproduites deux portions identiques de la surface solaire.

» L'une de ces portions a été prise sur la plaque pendant qu'elle était au repos, et l'autre pendant que la plaque était animée d'un mouvement d'environ $0^m,15$ par seconde. La comparaison de ces deux images montre que le mouvement n'a empêché en rien la manifestation de la granulation, c'est-à-dire d'un des phénomènes les plus délicats de la photographie astronomique.

» Je n'insiste pas davantage aujourd'hui, voulant seulement démontrer le principe.

» On comprend que, la constatation de ce fait nous affranchissant de l'obligation des arrêts successifs, rien en quelque sorte ne limite le nombre des images que le revolver pourra fournir dans un temps donné. Il y a seulement à établir un juste rapport entre la délicatesse des détails de l'image, la vitesse de la plaque sensible et le temps de l'action lumineuse.

» Dans la nouvelle disposition, le plateau portant la plaque sensible, l'obturateur portant les fentes sont chacun animés d'un mouvement rotatoire continu, et c'est la grandeur de ces mouvements et leur rapport qui déterminent la rapidité dans la succession des images et les conditions de leur formation.

» D'après quelques supputations très simples, je me suis convaincu, depuis longtemps déjà, qu'il sera facile d'obtenir, d'un phénomène, des images se succédant à des intervalles de $\frac{1}{100}$ de seconde, et d'aller beaucoup au delà. »

THERMOCHIMIE. — *Sels haloïdes de l'argent et du potassium;* par M. BERTHELOT.

« 1. Ces faits étant établis, j'ai voulu aller plus loin et mesurer la chaleur même de formation des sels doubles; j'ai rencontré dans cette étude des circonstances spéciales, qui la rendent beaucoup plus pénible que celle des sels doubles du mercure. Ces obstacles résultent à la fois de la difficulté de préparer les sels doubles d'argent, et de la détermination de l'état précis de l'iodure ou du bromure d'argent, auquel il convient d'en rapporter la constitution. En effet, les sels haloïdes d'argent sont susceptibles de plusieurs états isomériques distincts, et ils n'affectent pas, au moment où ils se séparent de leurs sels doubles, le même état qu'ils acquièrent au bout de quelque temps (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 870).

» 2. *Iodures doubles.* — J'ai préparé ces corps, en saturant à 70°, avec de l'iodure d'argent récemment précipité, une solution aqueuse d'iodure de potassium, saturée à froid. On obtient de beaux cristaux brillants, répondant à la formule AgI, 3KI, HO et signalés par M. Ditte.

» L'eau mère évaporée fournit d'abord le même sel, puis un nouveau sel cristallisé : AgI, 2KI, HO, d'après mes analyses. En poursuivant l'évaporation, j'ai obtenu un troisième sel dans deux cristallisations consécutives, soit : 2AgI, 3KI, 2HO, d'après les analyses. Ce sel semble indiquer un premier composé AgI, KI, lequel n'a pu être isolé.

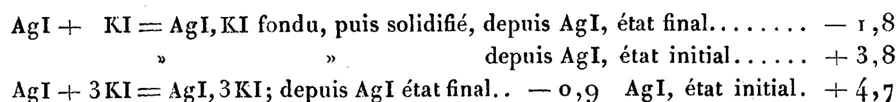
» Tous ces sels doubles sont décomposables par l'eau. Lorsqu'on les abandonne à l'air, ils tombent en déliquescence et la dose d'eau empruntée à l'atmosphère devient même assez grande pour précipiter une portion de l'iodure d'argent, d'abord amorphe. Mais, au bout de quelques semaines, l'iodure d'argent cristallise au sein de la liqueur mère.

» On détermine la chaleur de formation de ces sels doubles, en en mesurant la chaleur de dissolution dans une solution de cyanure de potassium, ainsi que la chaleur de dissolution de l'iodure de potassium dans l'eau et celle de l'iodure d'argent dans le cyanure de potassium.

» Cette marche est nécessaire pour assurer l'identité de l'état final; attendu que l'action de l'eau sur le sel double fournit l'iodure d'argent sous des états isomériques spéciaux (ce Recueil, t. XCIII, p. 871 et 873). On a trouvé ainsi, suivant l'état de l'iodure d'argent, pris pour origine :

3KI crist. + HO liq. + AgI état final.	− 1,9	AgI état initial (p. 872).	+ 3,7
2KI + HO liq. + AgI état final...	0,0	AgI état initial.........	+ 5,6
3KI + 2HO liq. + 2AgI état final...	− 0,7	2AgI état initial.........	+ 10,5

» Ainsi, le sel double peut être regardé comme formé avec dégagement de chaleur, si on le rapporte à cet état que l'iodure d'argent présente au moment où il vient d'être précipité. Pour l'état final de l'iodure d'argent, il y a au contraire absorption de chaleur. La même observation s'applique au composé préparé en fondant ensemble l'iodure d'argent et l'iodure de potassium, pris dans des rapports équivalents :



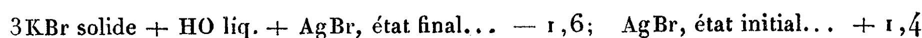
$AgI + KI = AgI, KI$ fondu, puis solidifié, depuis AgI, état final........ $-1,8$

» » depuis AgI, état initial...... $+3,8$

$AgI + 3KI = AgI, 3KI$; depuis AgI état final.. $-0,9$ AgI, état initial. $+4,7$

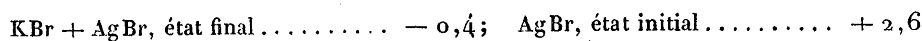
» Les résultats avec les sels cristallisés sont plus sûrs qu'avec le sel fondu, qui peut retenir une dose notable de sa chaleur de fusion.

» 3. *Bromures doubles.* — En dissolvant le bromure d'argent à chaud, dans une solution de bromure de potassium saturée à froid, j'ai obtenu, par refroidissement, un bromure double : $AgBr, 3KBr, HO$, correspondant à l'un des iodures. Ce bromure a été traité par l'eau, puis par le cyanure de potassium, comme ci-dessus; on en déduit



$3KBr$ solide $+ HO$ liq. $+ AgBr$, état final... $-1,6$; $AgBr$, état initial... $+1,4$

» J'ai également examiné le corps obtenu en fondant ensemble $AgBr + KBr$ à équivalents égaux. Ce composé est beaucoup plus tenace et difficile à broyer que l'iodure double correspondant. Il est aussi plus difficile à attaquer par l'eau et par le cyanure de potassium, même quand on opère sur un produit passé au tamis de soie. En raison de cette lenteur d'attaque, la correction du refroidissement est plus sensible que pour les autres sels doubles. Ces réserves faites, j'ai obtenu :



$KBr + AgBr$, état final.......... $-0,4$; $AgBr$, état initial.......... $+2,6$

» 4. *Chlorures doubles.* — On sait que les chlorures alcalins en solution saturée dissolvent le chlorure d'argent; des sels doubles ont été signalés. Je n'ai pas réussi à les obtenir par voie humide. Par fusion, on obtient aisément le système $AgCl + KCl$. Ce composé se désagrège dans l'eau plus aisément que le bromure double, quoique moins facilement que l'iodure double. Préparé récemment et traité par l'eau à 12°, il absorbe $-4,3$; au lieu de $-4,5$ pour KCl; ce sel double est donc formé avec un phénomène thermique sensiblement nul.

» 5. En s'appuyant sur les données qui précèdent, il devient possible de rendre compte d'une façon plus précise de ces réactions inverses, qui

s'effectuent dans une si faible proportion avec les sels haloïdes d'argent et dont j'ai donné l'interprétation générale (p. 821). Ces réactions résultent à la fois de l'intervention des sels doubles et des états isomériques divers des sels simples. Soit d'abord le chlorure et le bromure d'argent :

AgO s'unissant	avec HCl étendu, dégage	+ 20,9
	avec HBr étendu, au début.........	+ 22,3

» Si donc on compare le bromure *précipité* au chlorure, au premier moment de sa formation, l'écart des chaleurs dégagées, soit + 1,4, ne surpasse guère celui qui sépare le bromure de potassium *solide* du chlorure, soit + 0,8; tandis que l'écart entre les chaleurs de formation (depuis les hydracides et l'oxyde) du bromure et du chlorure d'argent cristallisés (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 872), soit : + 25,6 — 20,9 = + 4,7, est très voisin de l'écart analogue entre le bromure et le chlorure de mercure cristallisés (même Recueil, t. XCIV, p. 605), soit : + 15,4 — 11,0 = + 4,4.

» Ces chiffres montrent bien le double caractère des sels haloïdes d'argent (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 876) et de leurs analogies, d'un côté avec les sels alcalins, dans leur état initial; d'un autre côté, avec les sels métalliques proprement dits, dans leur état final. Entre ces deux états isomériques extrêmes, on conçoit d'ailleurs l'existence de certains équilibres, comparables à la dissociation; c'est-à-dire l'existence d'une tension de transformation, analogue à celle qui a été définie par M. Troost pour les phosphores blanc et rouge, ou pour le cyanogène et le paracyanogène.

» 6. Ceci étant admis, les chaleurs de formation du bromure double d'argent, soit + 1,4 pour AgBr, 3KBr, et + 2,6 pour AgBr, KBr, égalent et surpassent l'écart des chaleurs de formation du chlorure et du bromure d'argent (pris dans son état initial). La réaction inverse



$$2AgBr + 2KCl = AgCl, KCl + AgBr, KBr$$

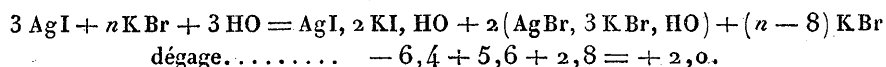
devient donc possible, et par suite le partage. Mais celui-ci est limité par une double circonstance, à savoir : la dissociation fort avancée du sel double en présence de l'eau, et la dose actuelle du bromure d'argent, sous l'état isomérique convenable, susceptible d'exister ou d'être régénéré dans les conditions de l'expérience. Aussi le partage est-il minime.

» 7. La même explication s'applique aux doubles décompositions entre l'iodure d'argent et les bromures alcalins :

HBr étendu + AgO dégage, état initial.....	+ 22,3;	état final.....	+ 25,6
HI étendu + AgO dégage, état initial.....	+ 26,5;	état final.....	+ 32,1

» Entre les deux états initials l'écart s'élève à + 3,2.

» Observons que ces états initials sont seulement les premiers qui aient pu être saisis, l'origine étant encore en deçà; l'écart devrait devenir presque nul, s'il était tout à fait comparable à celui des sels alcalins. Sans entrer dans cette évaluation hypothétique, il est facile de remarquer que l'écart réellement observé + 3,2 est moindre que la chaleur de formation des sels doubles cristallisés. Par exemple, les sels étant envisagés dans leur état initial, et les sels doubles cristallisés, tels que je les ai analysés :



$$3\,\mathrm{AgI} + n\mathrm{KBr} + 3\,\mathrm{HO} = \mathrm{AgI},\, 2\,\mathrm{KI},\, \mathrm{HO} + 2(\mathrm{AgBr},\, 3\,\mathrm{KBr},\, \mathrm{HO}) + (n - 8)\,\mathrm{KBr}$$

dégage........ $-6{,}4 + 5{,}6 + 2{,}8 = +2{,}0$.

» L'énergie nécessaire pour renverser la réaction est donc ici présente. Mais la réaction même est limitée par la dissociation des sels doubles.

» L'explication des phénomènes demeure donc toujours la même, c'est-à-dire qu'elle fait entrer en compte, comme on le voit, *tous les composés susceptibles d'exister dans les circonstances de l'expérience,* envisagés *chacun suivant les conditions où il peut exister séparément.*

» En résumé, le déplacement de l'acide chlorhydrique, uni à l'oxyde d'argent, par les acides bromhydrique et iodhydrique, libres ou combinés avec les alcalis, s'effectue facilement et d'une manière prépondérante, en raison de la prépondérance thermique des derniers acides. De même, le déplacement de l'acide bromhydrique par l'acide iodhydrique.

» Ces déplacements seraient exclusifs, s'il n'existait ni sels acides, ni sels doubles. Mais les sels doubles rendent possibles les réactions inverses avec le cyanure de potassium. Elles sont alors totales et accompagnées par la redissolution du chlorure, du bromure, de l'iodure d'argent : ce qui s'explique par la chaleur de formation du cyanure double, sel stable en présence de l'eau et susceptible de se former en totalité.

» Avec les chlorure, bromure, iodure alcalins, les réactions sont pareilles en principe à celle du cyanure; c'est-à-dire qu'il se forme également des sels doubles, susceptibles de donner lieu à certains renversements des réactions. Mais les réactions inverses ne peuvent se développer que jusqu'à la limite marquée par la dissociation des sels doubles, dissociation de plus en plus avancée à mesure que l'on opère en présence d'une dose d'eau plus considérable, et qui s'oppose dès lors, dans la plupart des cas, à un partage quelque peu notable.

» En un mot, tout se réduit avec les sels d'argent, comme avec les sels de mercure, à une action fondamentale, qui résulte des principes thermo-

chimiques, et à une perturbation, qui se déduit des mêmes lois que l'action fondamentale : l'une et l'autre répondent au maximum thermique, celui-ci étant appliqué à des composés différents, les uns stables, ce sont les sels simples; les autres dissociés, ce sont les sels acides et les sels doubles. »

CHIMIE. — *Sur l'union de l'hydrogène libre avec l'éthylène;* par M. **Berthelot.**

« J'ai montré autrefois (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 431) que l'hydrogène libre s'unit vers le rouge sombre avec les carbures d'hydrogène, et notamment avec l'éthylène; mais la réaction est limitée par la décomposition même des hydrures, en vertu d'une véritable dissociation. Le degré de cette dissociation varie, et même assez rapidement, avec la température. En effet, dans mes anciennes expériences, faites dans une cloche courbe, au voisinage de la température de ramollissement du verre (550°), 51 centièmes d'éthylène, soit la moitié seulement, avaient pu être transformés. En opérant à une température plus basse et pendant un temps suffisant (trois heures), j'ai réussi à pousser la combinaison jusqu'aux 70 centièmes : elle était même plus nette, à cause de l'absence presque complète des produits secondaires. Peut-être réussirait-on à opérer une combinaison totale, en opérant à une température limite et pendant un temps suffisant. Mais il est difficile de régler avec précision des températures voisines de 500°. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique du gaz hypoazotique;* par MM. **Berthelot** et **Ogier.**

« Nous avons entrepris l'étude de la chaleur spécifique des gaz et vapeurs dont la densité varie considérablement avec la température, c'est-à-dire qui n'obéissent pas aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac, tels que le gaz hypoazotique, l'acide acétique et les corps analogues, enfin les éléments halogènes. Cette étude est longue et les expériences sont d'une exécution très difficile. C'est ce qui nous engage à signaler les premiers résultats de nos recherches sur le gaz hypoazotique.

» Nous avons mesuré la chaleur totale abandonnée par ce gaz entre 200° et 26° et entre 100° et 26°. On en déduit pour la chaleur spécifique moléculaire (c'est-à-dire rapportée au poids 46gr) moyenne entre 100° et 200° un chiffre (+17,4) supérieur à la somme des chaleurs spécifiques de

l'azote et de l'oxygène, qui concourent à former le gaz hypoazotique, aussi bien qu'à la chaleur spécifique des gaz formés suivant les mêmes rapports de condensation 3 : 2 (acide carbonique, protoxyde d'azote, etc.). On sait que la même chose arrive pour les chlorures de phosphore, d'arsenic, de silicium, etc. Mais voici une propriété plus inattendue : entre 100° et 26°, la chaleur spécifique du gaz hypoazotique, contrairement à ce qui arrive pour tous les gaz étudiés jusqu'ici, est beaucoup plus forte qu'entre 200° et 100°. Ce résultat s'explique, parce qu'elle comprend en plus la chaleur de transformation, répondant aux travaux moléculaires qui amènent graduellement le gaz hypoazotique depuis sa densité théorique, répondant à la formule $AzO^4 = 4^{vol}$, jusqu'à une densité presque double. En d'autres termes, la chaleur dégagée par ce gaz depuis 100° jusqu'à 26° représente la somme de deux effets : l'un répondant à la chaleur que le gaz perdrait s'il ne changeait pas d'état moléculaire et qui peut être évaluée, d'après les mesures relatives à la chaleur spécifique entre 100°, et 200° ; l'autre répondant à ce changement d'état, soit $+ 3^{Cal},980$; chiffre presque égal à la chaleur même de vaporisation ($+ 4^{Cal},300$ sous la pression $0^m,760$). Une autre mesure, exécutée entre 51° et 26°, a montré en outre qu'il s'agit là, non d'un changement produit subitement au voisinage du point d'ébullition, mais d'un changement progressif, effectué pendant un intervalle de température assez étendu. La chaleur de vaporisation réelle, c'est-à-dire consommée dans les travaux qui amènent le gaz hypoazotique à sa densité théorique, pourrait alors être définie la somme de la chaleur de liquéfaction et d'une quantité répartie sur tout cet intervalle ; précisément comme la chaleur de solidification véritable, pour les liquides cireux et résineux, comprend la somme de la chaleur de fusion apparente et de l'excès des chaleurs spécifiques estimées au voisinage du point de fusion. Les propriétés optiques du gaz hypoazotique et les variations progressives de sa densité concordent dans leur signification générale avec les phénomènes thermiques que nous signalons ici. Nous y reviendrons avec plus de détail. »

MÉCANIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur une thèse de Météorologie récemment soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris;* par M. **Faye**.

« L'Académie n'a peut-être pas oublié les longues discussions que j'ai soutenues contre les savants météorologistes au sujet des mouvements tournants de l'atmosphère connus sous le nom générique de *cyclones*, et

comprenant les tempêtes, bourrasques, ouragans, typhons, tornados, trombes de toutes les dimensions.

» Je soutenais que les gyrations à axe vertical sont descendantes, prennent naissance dans les courants supérieurs et sont entraînées avec eux dans leur mouvement de translation par-dessus les saillies et obstacles que la surface de la Terre peut présenter, non pas sur les mers, mais sur les continents.

» Il est essentiel de ne pas s'y méprendre, car ces mouvements gyratoires, réguliers, persistants, à axe vertical, ont un rôle des plus importants dans la mécanique atmosphérique. S'imaginer qu'ils prennent naissance en bas, dans les couches inférieures immobiles, et qu'ils montent de là aux couches élevées, c'est se condamner à prendre toutes les questions au rebours de la réalité. On continuera longtemps à raisonner sur ce pied-là sans faire avancer la science; on aura beau accumuler les observations : cette manière de les interpréter les condamne d'avance à la stérilité, malgré les beaux et grands travaux des météorologistes de notre époque.

» Cela tient à ce que les mouvements tournants dans les fluides ont été peu étudiés. Tout le monde comprend ou croit comprendre les vents horizontaux par lesquels se rétablit l'équilibre entre deux régions atmosphériques inégalement chauffées par le soleil; mais ce qu'on ne comprend pas, ce sont les mouvements tourbillonnaires qui se produisent dans ces fleuves aériens, et qui constituent un élément mécanique tout à fait spécial, *sui generis,* aussi régulier et plus important par ses effets que les courants eux-mêmes.

» Ces courants en effet s'étendent, par une courbe régulière très prononcée, de la zone équatoriale vers les deux calottes polaires; mais ils ont une très faible pente. L'air qu'ils transportent s'abaisse lentement : jamais nous n'en ressentons l'effet; il doit, même dans les régions polaires, ne pas arriver au contact du sol et n'y produire que des effets mécaniques indirects. Au contraire, les tourbillons ont pour effet de faire descendre rapidement sur place l'air de ces fleuves supérieurs, d'en concentrer la force vive vers le bas et de l'amener en contact violent avec la terre ou la surface des eaux.

» Ce n'est pas seulement de la force vive que ces gyrations régulières, persistantes, marchant à grande vitesse (avec les courants supérieurs), amèneront ainsi violemment au ras du sol. Elles entraîneront, avec l'air des hautes régions, les cirrhus glacés qu'il charriait bien au-dessus de nos têtes et l'électricité de ces couches supérieures. De là le rôle physique considé-

rable de ces mêmes gyrations, car les aiguilles de glace des hautes régions, au lieu de se rapprocher insensiblement du sol sur le parcours énorme de l'équateur aux pôles, se trouvent amenées presque subitement en bas, dans les régions tropicales ou tempérées, produisant au sein des couches basses les averses, les pluies, la grêle, etc. Si, au contraire, les courants supérieurs n'ont pas de cirrhus, l'air entraîné en bas par des gyrations à axe vertical s'y échauffera par la compression qu'il subit, et nous arrivera avec une température élevée et une sécheresse extraordinaire. Au lieu d'une tempête à pluie ou à grêle, il se produit, en certains pays, un véritable simoun.

» Quant à la question de savoir pourquoi les courants supérieurs sont toujours chargés de cirrhus dans certaines régions, et pourquoi ils en manquent parfois dans d'autres, c'est une question de géographie facile à résoudre quand on jette un coup d'œil sur une mappemonde et qu'on y remarque la singulière disposition des masses continentales près de l'équateur.

» Évidemment ces grands phénomènes cesseront d'être compris si, sous l'influence d'un préjugé, on en prend la mécanique à rebours, si l'on s'imagine que les mouvements gyratoires naissent en bas et vont porter en haut l'air des couches inférieures. Le préjugé qui fausse ainsi la Météorologie date de loin et provient d'une interprétation inexacte des apparences. Les mouvements gyratoires se présentent souvent sous une forme admirablement définie, très restreinte et facile à saisir d'un coup d'œil, celle des trombes. Eh bien, presque tous les observateurs, et ils sont nombreux, ont cru y reconnaître un mouvement ascendant. Les habitants de la terre ferme les voient soulever des torrents de poussière; les marins les voient pomper l'eau de la mer jusqu'aux nues. Évidemment, se disent les témoins oculaires, dupes de leur impression visuelle, les trombes sont ascendantes, et on étend cette conclusion à tous les mouvements gyratoires qui ne sont effectivement que des trombes plus ou moins vastes. L'Académie m'est témoin qu'à l'exemple de Buffon et de Spallanzani j'ai souvent combattu ce préjugé par des faits irrécusables. Rien n'y fait : nous nous trouvons, si l'on me permet de me joindre à ces grands observateurs, dans le cas d'un astronome qui voudrait persuader aux gens que la Terre tourne; ils lui répondraient, avec la ténacité d'une conviction profonde : mais non, nous sentons bien qu'elle ne tourne pas.

» Ce retour sur d'anciennes discussions m'est suggéré par la lecture de la thèse qu'un professeur de Physique, M. Hébert, vient de présenter à la Faculté des Sciences sur le fœhn et le sirocco.

» Le fœhn est un cas de tourbillons amenant en bas de l'air sec et chaud; j'en ai donné en 1876 l'explication dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877. Ce qui le rend très singulier, c'est qu'il ne se produit pas directement comme les tempêtes sèches dont je parlais tout à l'heure, mais au sein de tempêtes ordinaires à nos pays, accompagnées de précipitations aqueuses. Le fœhn est particulier aux régions montagneuses; le nom même de *fœhn* est un nom suisse, parce que c'est en Suisse que le phénomène est le plus commun et a été le plus remarqué. On l'expliquait, en dehors de tout mouvement gyratoire, en disant que, si un vent humide vient à rencontrer une chaîne de montagnes, il s'élève sur ses flancs en vertu de la vitesse acquise, se dilate et se refroidit en montant, se dépouille ainsi, sous forme de pluie ou de neige, de son humidité, et arrive à la crête à peu près sec. De là, en redescendant sur la pente opposée, il pénètre sec dans les couches basses, s'y comprime, s'échauffe et arrive en bas avec une sécheresse extraordinaire. D'autres savants météorologistes pensent que cet air, parvenu en haut, continue horizontalement son chemin; mais qu'en passant sur une vallée il y détermine, par son mouvement rapide, une aspiration à laquelle il obéit lui-même et redescend dans la vallée, en y apportant de la chaleur et de la sécheresse. Ces deux explications sont également inacceptables. Dans la première, on suppose que de l'air parvenu à la crête d'une montagne va redescendre de lui-même comme ferait un cours d'eau qui a franchi un obstacle. Dans la seconde, on imagine que de l'air amené par une aspiration, simplement pour combler un déficit, va subir une compression. L'explication de ce cas particulier exige quelques développements. Je l'ai rattaché à la tendance à la segmentation que les mouvements gyratoires présentent lorsqu'ils se sont considérablement élargis, comme cela a lieu constamment dans nos climats. Alors un obstacle de quelques milliers de mètres qui, sous les tropiques, serait aisément franchi sans altérer le tourbillon, parce que son origine se trouve bien au-dessus de l'obstacle, peut déterminer chez nous une décomposition partielle. Ces phénomènes n'ont pas été suffisamment étudiés. On comprend néanmoins que, si un vaste mouvement gyratoire se trouve scindé, les tourbillons partiels qui s'intercaleront entre les segments principaux, et qui se renouvelleront pendant tout le trajet de la bourrasque générale, peuvent avoir leur embouchure supérieure au-dessous de la région des cirrhus. Dès lors, l'air qu'ils amèneront en bas sera chaud et sec, et non froid et humide comme dans les contrées environnantes parcourues par le grand mouvement gyratoire.

» On voit en quoi consiste la différence entre le fœhn et le simoun. L'un est un accident tout local provenant de l'obstacle qu'un massif montagneux oppose à une bourrasque tournante. L'autre est une tempête ordinaire sans cirrhus. Le premier est dû à une segmentation plus ou moins persistante d'un vaste mouvement tourbillonnaire dont les deux tronçons comprennent entre eux des gyrations partielles, trop basses pour entraîner les cirrhus supérieurs. Une fois l'obstacle franchi, la segmentation persiste, et donne lieu, au delà, à deux bourrasques distinctes, ou bien elle peut disparaître et rendre à la tempête sa figure première. Cette singulière décomposition des mouvements tournants n'est pas un fait rare; il a été fréquemment observé sur des trombes qui semblent alors se multiplier au sein d'un vaste ouragan. On en cite de fréquents exemples, pour les tempêtes qui, parties uniques d'Amérique, arrivent en double ou en triple dans nos climats.

» Ce qui m'a frappé dans la thèse en question, c'est que le savant auteur a eu recours, cette fois, à l'idée si longtemps repoussée par les météorologistes, de tourbillons descendants. Il est loin de généraliser cette idée, mais c'est un pas de fait. On finira bien par en faire d'autres dans le même sens, à mesure qu'on étudiera plus sérieusement les grands mouvements atmosphériques. Par exemple, on finira par comprendre que, pour frapper à glace les masses énormes d'eau qui tombent parfois des nues sous forme de grêle, sur tout le trajet d'un ouragan, il faut y faire descendre les cirrhus; que, pour expliquer le mouvement général de translation d'une tempête, il ne faut pas la faire naître au ras du sol, dans des couches d'air immobiles, etc., etc.

» Je me suis parfois demandé comment il faudrait s'y prendre pour accélérer ces progrès si lents? Le moyen le plus efficace, à mon avis, serait de faire une place à la Météorologie dans l'enseignement de nos Facultés. Là, la théorie des grands mouvements de l'atmosphère se dégagerait bien vite de tous les obstacles, et, au besoin, la réaction qu'un auditoire éclairé, et surtout sans parti pris, exerce toujours sur le professeur obligerait bientôt celui-ci à rompre avec les préjugés régnants. J'exprimerai seulement ici un vœu. Puisqu'il ne s'agit pas ici d'un problème de Physique pure, mais d'une grande question de la dynamique des fluides, je voudrais que les jeunes professeurs chargés du nouvel enseignement ne fussent pas seulement d'habiles physiciens, mais qu'ils eussent encore une connaissance approfondie des lois de la Mécanique générale. Cette alliance-là n'est pas rare dans l'Université, bien que les règlements du doctorat en stipulent une

autre tout aussi naturelle, celle de la Physique et de la Chimie. Toutefois, je serais bien fâché qu'on se méprît sur la portée de cette remarque. Un véritable observateur n'a pas besoin de tant de sciences spéciales pour interpréter sainement les phénomènes qui attirent son attention, témoin Spallanzani et Buffon, qui, sans s'arrêter aux préjugés régnants, ont décrit les trombes d'une manière digne de leur génie. Mais, comme tout le monde ne peut être un Buffon ou un Spallanzani, le plus sûr est de commencer par la Mécanique, comme on le fait dans nos grandes Écoles, si l'on veut se mettre en état d'étudier sérieusement celle de l'atmosphère. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile*; par M. G. DE SAPORTA.

« Les découvertes dont je vais parler se trouvent réparties dans des terrains très divers. Je suivrai, pour les passer en revue, l'ordre de succession de ces terrains, en commençant par le plus ancien.

I. — *Terrain permien de la région de l'Oural.*

» M. Grand'Eury, dans le cours d'un voyage d'exploration, destiné à l'étude des gisements carbonifères de la Russie ouralienne et altaïque, a retiré du permien moyen de Jelovick, près de Tchoussovskaïa, de nombreuses empreintes qu'il a bien voulu me communiquer, et dans lesquelles j'ai reconnu les feuilles d'une curieuse espèce de Ginkgo, à laquelle son âge reculé donne un intérêt particulier. En effet, ce serait le plus ancien exemple de l'existence du genre *Salisburia* ou *Ginkgo*, représenté de nos jours par l'unique *Ginkgo biloba* Kæmpf. Je propose d'appliquer à la nouvelle espèce le nom de *Salisburia primigenia*. Jusqu'ici les Ginkgos ne dépassaient pas le rhétien, dans la direction du passé. En Europe, le *S. crenata* (Brauns) Nath. et, en Australie, le *S. antarctica* Sap., espèce encore inédite, marquaient les derniers jalons qui aient été signalés.

» Le Ginkgo permien de l'Oural offre les mêmes variations de feuilles que le type actuel. Tantôt entières, tantôt bilobées, bipartites ou même laciniées, les feuilles fossiles présentent des diversités qui paraissent calquées sur le même modèle. Elles affectent aussi à peu près les mêmes dimensions; mais leur examen démontre qu'elles s'écartent, par deux caractères très nets, des organes correspondants de leur congénère vivant : une consistance des plus coriaces et la largeur exceptionnelle du pétiole. Ces

deux nuances différentielles rapprochent ces mêmes feuilles permiennes de celles des *Baiera*, genre éteint de la famille des Salisburiées, qui a laissé de nombreux vestiges dans les divers étages du terrain jurassique. Pourtant, l'espèce découverte à Jelovick par M. Grand'Eury se distingue bien des *Baiera* et doit être rangée incontestablement parmi les *Salisburia* vrais, dont elle possède la physionomie et les traits essentiels.

II. — *Terrain crétacé à lignites du bassin de Fuveau* (*Bouches-du-Rhône*).

» La zone des lignites exploités à Gréasque, à Gardanne, à Fuveau et à Trest, d'abord considérée comme tertiaire, a été rangée par M. Ph. Matheron, après des études consciencieuses, sur un horizon inférieur à celui de la craie de Maëstricht. Bien que les plantes soient rares et souvent réduites à l'état de fragments, dans les marnes et les plaques calcaires qui accompagnent le combustible, elles n'y sont cependant pas inconnues, et la présence du *Flabellaria longirhachis* Ung., palmier caractéristique de la craie de Gosau, est venue confirmer les données à la fois paléontologiques et stratigraphiques développées depuis des années, et non sans contradiction, par M. Matheron.

» C'est à Trest, dans un lit de marne charbonneuse, subordonné à la plus basse couche du lignite exploité, que M. Georges Darodes, ingénieur de la Compagnie des Mines de la Grand'Combe, vient de rencontrer un assez bon nombre de feuilles d'un *Nelumbium*, genre de plantes dont une espèce célèbre, le *Nelumbium speciosum* ou Lotus des anciens, peuple les eaux tranquilles des grands fleuves de l'Asie, tandis qu'une seconde espèce, le *Nelumbium luteum*, se retrouve en Amérique.

» Les feuilles recueillies par M. Darodes ont été visiblement entraînées par le courant d'un fleuve et couchées au fond de l'eau, tantôt entières, tantôt lacérées, les unes étalées, les autres repliées en cornet par l'impulsion du courant, ou simplement parce que, en flétrissant, elles prennent d'elles-mêmes cette attitude.

» Elles varient de grandeur, mais non de forme, et leurs caractères sont des plus nets. Leur diamètre ordinaire atteignait ou dépassait $0^{m},60$; mais les plus larges mesuraient parfois jusqu'à $0^{m},50$ de rayon. Leur limbe est exactement pelté-orbiculaire, pourvu de nervures rayonnantes au nombre de 18 à 20 pour les moindres feuilles, de 24 à 26 pour celles qui en comptent le plus grand nombre. Ces nervures se ramifient avant d'atteindre la marge et donnent lieu à des anastomoses qui forment un réseau à mailles bien plus fines que dans l'espèce actuelle d'Asie. Dans celle-ci, les nervures rayon-

nantes sont à peu près aussi nombreuses, mais elles se divisent à l'aide de dichotomies successives, plus régulièrement disposées. Ces différences autorisent à proposer, pour le Nélumbo fossile découvert par M. Darodes, la dénomination de *N. gallo-provinciale*. Ce type est presque nouveau pour la flore fossile; sa détermination générique ne souffre aucune difficulté. Il n'en est pas ainsi du *N. Buchii* Ett., qui ressemble plutôt à un *Nymphæa* par la présence d'une nervure médiane plus forte que les autres nervures rayonnantes. Le *N. Casparianum* Hr. du tertiaire de Sieblos a été mentionné dans une Note de M. Heer, mais il n'a été ni décrit, ni figuré, à ce que je crois.

» J'ajouterai deux remarques : la première, c'est que les plantes dont les rares vestiges accompagnent le *N. gallo-provinciale* dans les lignites de Fuveau se rapportent généralement, comme lui, à des types fluviatiles : c'est une *Osmunda*, c'est un *Pistia*; ce sont les fruits d'un *Nipa* et les feuilles d'un *Rhizocaulon*. Enfin, ce sont encore des spadices épars, sessiles et géminés, couverts de petits fruits serrés et donnant lieu, par la compression mutuelle, à des compartiments hexagones, que je serais tenté d'attribuer à un genre éteint du groupe des Acorées.

» La seconde remarque est celle-ci : le nouveau *Nelumbium* ajoute un terme de plus à la série des Dicotylées de la craie, période qui inaugure la diffusion en Europe de cette classe de végétaux. Par lui, les Nymphéacées viennent prendre place auprès des Magnoliacées, des Ménispermées et des Helléborées, dont la présence a été déjà signalée sur cet horizon géognostique; elles contribuent ainsi à accroître le nombre des familles polycarpiennes comprises dans la flore de la craie supérieure et qui, à raison même de leur structure florale moins complexe, paraissent avoir devancé les autres Dicotylées, dans l'ordre d'apparition propre aux végétaux de cette grande catégorie. »

M. Ledieu fait hommage à l'Académie d'un complément au Tome Ier de son *Traité des nouvelles machines marines*.

« Ce complément renferme, en conformité avec la Thermodynamique expérimentale, une théorie pratique, jusqu'ici inédite, des machines à vapeur *Compound*.

» Ces puissants engins ont pris aujourd'hui une extension considérable en navigation. On peut dire que c'est grâce à leur valeur économique qu'il devient possible d'aborder les vitesses extra-rapides de 18 nœuds (33^{km}), que quelques compagnies songent même à porter à 20 nœuds. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant la quatrième édition de son Ouvrage sur le Téléphone, termine de la manière suivante :

« Je ferai remarquer à l'Académie que les progrès de la téléphonie et de ses applications ont été si rapides et si nombreux dans ces derniers temps, que j'ai été obligé, pour cette quatrième édition, de publier mon Ouvrage en deux volumes. Dans le premier, que je présente aujourd'hui à l'Académie, je ne m'occupe que du *téléphone* proprement dit, et surtout de ses applications pour la correspondance privée dans les villes. Dans le second, qui est actuellement sous presse, je traite toutes les questions se rattachant au microphone, au radiophone, au phonographe, aux machines parlantes et aux téléphotes. On comprend difficilement qu'en si peu de temps une science ait provoqué tant de recherches et de découvertes inattendues. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Bouillaud*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. P. Bert obtient.	30	suffrages
M. Davaine.	26	»
M. Brown-Séquard.	1	»

M. **P. Bert**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres qui devra remplir, dans la Commission centrale administrative, la place laissée vacante par le décès de M. Decaisne.

M. **H.-Milne Edwards** réunit la majorité des suffrages. Les Membres qui après lui ont obtenu le plus de voix sont MM. Fremy et Cahours.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lalande (*Astronomie*) : MM. Faye, Tisserand, Mouchez, Lœwy et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et Puiseux.

Prix Damoiseau (Théorie des satellites de Jupiter) : MM. Tisserand, Faye, Mouchez, Lœwy et Puiseux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Yvon Villarceau.

Prix Valz (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Mouchez et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Liouville.

Grand prix des Sciences mathématiques (Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique) : MM. Fizeau, Jamin, Cornu, Desains et Jordan réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Becquerel.

Prix Bordin (Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux) : MM. Becquerel, Fizeau, Cornu, Jamin et Desains réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Berthelot.

Prix Montyon (*Statistique*) : MM. de la Gournerie, Rolland, Boussingault, Lalanne et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Favé.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur le passage de l'électricité à travers l'air raréfié.* Mémoire de M. E. **Edlund**, présenté par M. Jamin. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« I. Dans un précédent Mémoire [1], je réunissais, pour les comparer

[1] *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Suède*, t. XIX, n° 2. *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIV, p. 199 (1881). *Philosophical Magazine*, t. XIII, p. 1 (1882). *Wied. Annalen*, t. XV (1882).

entre elles, les recherches faites à différentes reprises par divers physiciens sur le passage de l'électricité au travers de gaz raréfiés, et j'essayais, entre autres, de démontrer que le vide est un conducteur de l'électricité, ou qu'il oppose une résistance insignifiante à la propagation de cette dernière. Ce résultat est en contradiction flagrante avec l'opinion généralement reçue jusqu'ici, d'après laquelle le vide est un parfait isolateur. Si un courant électrique est incapable de traverser le vide de Torricelli, cela ne tient pas à ce que le vide même est isolateur, mais à ce fait qu'il existe, au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, un obstacle à la propagation de l'électricité, et que cet obstacle augmente à mesure que l'air se raréfie. Dès que le gaz a été suffisamment raréfié, l'obstacle en question est devenu si puissant, que le courant est incapable de le surmonter et, comme conséquence, de traverser l'air raréfié. Suivant ce mode d'interprétation, ce n'est donc nullement la résistance du gaz raréfié qui fait obstacle au passage du courant, mais il faut chercher cet obstacle au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié. S'il était possible d'introduire, de manière ou d'autre, le courant dans le vide sans l'aide d'électrodes, il serait donc à même de le traverser sans peine. Les expériences faites jusqu'à ce jour sur le passage de l'électricité par des gaz raréfiés militent, suivant ma conviction intime, en faveur de la justesse de cette explication. Aussi, plusieurs physiciens ont-ils été amenés à constater qu'il existe effectivement, au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, un obstacle spécial à la propagation du courant. Mais l'on n'a pas compris, selon moi, la vraie nature de cet obstacle, et l'on a tout aussi peu essayé de démontrer que la grandeur de l'obstacle augmente avec la raréfaction du gaz; en outre, on ne lui a pas attribué l'importance qui lui revient à un si haut degré.

» Le résultat du Mémoire mentionné plus haut, en ce qui concerne l'objet du travail actuel, peut se résumer comme suit : si r est l'obstacle à la propagation de l'électricité, qui se trouve au point de passage entre les électrodes et le gaz, r_1 la résistance électrique dans une colonne de gaz de l'unité de longueur, et l la distance entre les électrodes, $r + r_1 l$ sera la somme des résistances que l'électricité doit surmonter pour passer d'une électrode à l'autre. De ces deux termes, r augmente continuellement à mesure que le gaz se raréfie, tandis que, pendant le même temps, r_1 subit une diminution incessante. D'une interprétation judicieuse des expériences qui ont été faites, et principalement de celles de Hittorf, il résulte que l'augmentation de l'une de ces quantités et la diminution de l'autre conti-

nuaient jusqu'à ce que le gaz fût parvenu à la plus grande raréfaction qu'il fût possible d'obtenir par le moyen de la pompe à mercure employée. Dans l'espace vide d'air, r reçoit une valeur telle, qu'il est impossible au courant de la surmonter. Si donc le courant ne peut traverser le vide, ce n'est pas parce que la valeur r_1 de cette résistance est devenue trop grande, mais parce que r a augmenté à un degré tel, que le courant est hors d'état de le surmonter. Plusieurs propriétés des gaz par rapport au passage de l'électricité montrent que cette interprétation de la résistance qu'ils opposent à la propagation de cette dernière est effectivement la seule vraie.

» J'ai formulé, dans mon Mémoire prémentionné, l'opinion que l'obstacle principal rencontré par le courant électrique, à la surface de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, est dû à une *force électromotrice*, produisant un courant en sens inverse du courant principal. J'ai pu constater, par la voie expérimentale, que c'est effectivement le cas, et que, du moins quand la raréfaction a atteint une certaine limite, cette force subit une augmentation continue si l'on poursuit encore davantage la raréfaction.

» ... Mes recherches actuelles confirment, à tous égards, les résultats auxquels m'avait conduit l'examen des observations d'autres physiciens, sur le passage de l'électricité par des gaz raréfiés. Le maximum que présente l'intensité du courant à une certaine pression de l'air, quand un courant traverse un espace d'air raréfié, n'est dû, en aucune façon, comme on l'a généralement admis, à ce que la résistance $r_1 l$ de l'air présente un minimum à cette pression, et augmente ensuite en grandeur avec l'accroissement de la raréfaction, mais bien à ce qu'elle peut se représenter par une somme $e + r_1 l$, qui possède alors sa valeur minima. Si l'on continue la raréfaction, la résistance $r_1 l$ continue à diminuer, tandis que e croît constamment. La circonstance qui a été mentionnée relativement au courant induit, savoir que ce courant possède son maximum de valeur à une certaine pression de l'air, ne fournit, par suite, aucun appui à l'allégation que, dans l'air fortement raréfié ou dans le vide, la résistance est assez grande pour empêcher le courant de traverser ce dernier. Ce n'est pas ici la résistance du gaz, mais la force électromotrice e, augmentant avec la raréfaction et liée aux électrodes, qui porte obstacle au passage du courant. Tout concourt à faire admettre que le vide oppose une résistance très faible à la propagation de l'électricité. On peut donc, sans l'emploi d'électrodes, par induction à distance ou par frottement à la surface d'un tube dans lequel l'air a été suffisamment raréfié pour rendre impossible le

passage d'un fort courant d'induction entre les électrodes, provoquer sans peine dans ce tube un mouvement électrique assez considérable pour y produire un développement sensible de lumière. Or, cela ne se pourrait pas si le gaz fortement raréfié, ou le vide, était un isolateur. »

M. DE SALVERT adresse, par l'entremise de M. C. Jordan, un Mémoire sur les ombilics coniques.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet, C. Jordan.)

M. V. BURQ adresse, par l'entremise de M. Pasteur, un instrument auquel il donne le nom de « vaccineuse ». Cet instrument est destiné à recueillir et à conserver les virus en général, et le vaccin humain en particulier, à l'état sec, sur de petites aiguilles métalliques, de façon que la vaccination puisse être pratiquée par toutes les mains, sans douleur ni effusion de sang.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. AZAPIS soumet au jugement de l'Académie la description et le dessin d'une nouvelle lampe électrique.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. ARDISSON adresse un projet d'aérostat dirigeable.

(Renvoi au Concours Penaud.)

M. P. PANNAUX adresse une Note relative à un moyen de protection contre les accidents produits par la collision des trains, sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Commission.)

M. THÉVENET adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Rapport de M. *F. Hément* à M. le Ministre de l'Instruc-

tion publique sur le Congres national réuni à Bordeaux du 8 au 14 août 1881, pour l'amélioration du sort des sourds-muets.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de courbes unicursales.*
Note de M. G. DARBOUX.

« Dans les deux dernières séances, M. Laguerre a communiqué à l'Académie d'intéressantes propriétés de certaines courbes de quatrième classe, auxquelles il a donné le nom d'*hypercycles*. En 1879-80, M. Chasles avait bien voulu me confier son Cours de Géométrie supérieure à la Faculté des Sciences, et j'ai traité la théorie des imaginaires conformément aux vues introduites dans la Science par l'illustre géomètre. J'ai été ainsi amené à donner, au mois de janvier 1880, relativement à des courbes unicursales de toutes les classes, quelques propositions qui ont les rapports les plus étroits avec quelques-unes de celles qui ont été énoncées par M. Laguerre. Ce sont ces propositions que je demande à l'Académie la permission de lui communiquer.

» Considérons d'abord n droites $d_1, \ldots, d_n$. Si l'on marque sur ces droites des points $O_1, \ldots, O_n$ destinés à servir d'origine aux segments comptés sur ces droites, une droite variable δ interceptera sur ces droites fixes des segments $O_1A_1, \ldots, O_nA_n$. Cela posé, *si l'on assujettit ces n segments à satisfaire à la relation linéaire*

$$(1) \qquad \Sigma\lambda_i\overline{O_iA_i} = K,$$

la droite δ enveloppera une courbe de $n^{ième}$ classe au plus, admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée.

» Réciproquement, *toute courbe de $n^{ième}$ classe admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée, c'est-à-dire ayant la droite de l'infini pour tangente multiple d'ordre $n - 1$, jouit de la propriété que chacune de ses tangentes intercepte sur n tangentes fixes des segments entre lesquels il existe une relation linéaire.*

» Dans le cas où $n = 2$, la courbe devient une parabole et l'on retrouve ainsi une propriété bien connue de cette courbe. La proposition précédente peut donc être considérée comme la généralisation et l'extension à toute une classe de courbes unicursales d'une des propriétés les plus essentielles de la parabole.

» Mais, relativement à ses tangentes, la parabole jouit encore d'une autre propriété fondamentale : les deux segments interceptés par trois tangentes

fixes sur une tangente variable ont un rapport constant. Cette propriété s'étend, elle aussi, à toutes nos courbes unicursales, et l'on peut énoncer le théorème suivant :

» *Pour toute courbe de $n^{ième}$ classe, admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée, il y a une relation linéaire et homogène entre les n segments interceptés sur une tangente variable par $n + 1$ tangentes fixes.*

» Réciproquement, *si $n + 1$ droites fixes interceptent sur une droite variable n segments entre lesquels a lieu une relation linéaire et homogène, la droite mobile enveloppe une courbe au plus de la $n^{ième}$ classe, admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée.*

» Il est clair que ces propositions comportent beaucoup de cas particuliers, et sont susceptibles d'applications diverses. Je me contenterai de faire remarquer ici qu'elles donnent une construction géométrique très simple de la courbe de la classe n déterminée par $2n$ tangentes.

» En faisant la perspective, on obtiendra des propositions applicables à toute courbe de classe n, admettant une tangente multiple d'ordre $n - 1$.

» Considérons une telle courbe et n tangentes fixes. Marquons sur chaque tangente un point O_i choisi arbitrairement; soient P_i le point où elle est coupée par la tangente multiple, et M_i le point où elle est coupée par une tangente variable. On aura la relation

$$(2) \qquad \sum \alpha \frac{O_i M_i}{M_i P_i} = K,$$

ou, plus simplement,

$$(3) \qquad \sum_1^n \frac{\alpha'_i}{M_i P_i} = K'.$$

» De même, si l'on considère $n + 1$ tangentes fixes et une tangente variable, on aura

$$(4) \qquad \sum_1^{n+1} \lambda_i \frac{OM_i}{M_i P} = 0,$$

les λ étant des constantes liées par la relation

$$(5) \qquad \Sigma \lambda_i = 0,$$

O étant un point quelconque de la tangente variable, et P le point où elle rencontre la tangente multiple. En vertu de l'équation (5), la relation (4)

subsiste quand on déplace le point O, et peut d'ailleurs prendre la forme

$$(6) \qquad \sum_{1}^{n+1} \frac{\lambda_i}{M_i P} = 0.$$

» Dans le cas où $n = 2$, c'est-à-dire où l'on a une conique quelconque, la relation (4) devient

$$\lambda_1 \frac{OM_1}{M_1 P} + \lambda_2 \frac{OM_2}{M_2 P} + \lambda_3 \frac{OM_3}{M_3 P} = 0,$$

ou, en faisant coïncider le point O avec le point M,

$$\lambda_2 \frac{M_1 M_2}{M_2 P} + \lambda_3 \frac{M_1 M_3}{M_3 P} = 0.$$

» Cette égalité est la traduction de la proposition bien connue relative au rapport anharmonique des quatre points où une tangente variable est coupée par quatre tangentes fixes. Notre proposition générale, exprimée par l'équation (4), peut donc être considérée comme étendant à toutes les courbes de classe n, admettant une tangente multiple d'ordre $n - 1$, la propriété anharmonique des tangentes d'une conique.

» Enfin, si l'on transforme par polaires réciproques, on obtient des théorèmes relatifs aux courbes d'ordre n ayant un point multiple d'ordre $n - 1$.

» Prenons sur une telle courbe n points A_i; menons par chacun de ces points une droite quelconque $A_i X_i$ et deux droites allant l'une au point multiple P de la courbe, l'autre à un point variable M. On aura la relation

$$\sum_{1}^{n} \alpha_i \frac{\sin \widehat{X_i A_i M}}{\sin \widehat{PA_i M}} = K,$$

ou, plus simplement,

$$\sum_{1}^{n} \alpha'_i \cot \widehat{PA_i M} = K'.$$

» Si l'on prend maintenant $n + 1$ points fixes A_i et un point variable M, par lequel on mènera une droite quelconque MX, on aura

$$\sum_{1}^{n+1} \mu_i \frac{\sin \widehat{XMA_i}}{\sin \widehat{PMA_i}} = 0,$$

avec la condition

$$\Sigma \mu_i = 0,$$

qui permet de ramener l'équation précédente à la forme

$$\sum_1^{n+1} \mu_i \cot \widehat{\mathrm{PMA}_i} = 0.$$

Toutes ces relations sont également la généralisation des propriétés anharmoniques du point dans les coniques.

» Il me reste à faire connaître d'autres propriétés relatives à d'autres courbes unicursales qui admettent, en général, deux tangentes parallèles à une direction donnée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les hypercycles.* Note de M. **Laguerre.**

« 8. Étant donnés deux cycles A et A', désignons par a et a' les points où ils touchent une des tangentes communes, par b et b' leurs points de contact avec l'autre tangente commune, par α et β les points milieux des segments aa' et bb'. Je dirai que le cycle K qui touche les tangentes communes aux points α et β est le cycle moyen des cycles donnés et que A' est le symétrique du cycle A relativement au cycle K.

» Cette notion a de fréquentes applications. Étant donnés deux couples de semi-droites (A, A') et (B, B'), proposons-nous, par exemple, de déterminer les deux semi-droites qui forment un système harmonique avec A et A', ainsi qu'avec B et B'. A cet effet, construisons le cycle moyen des cycles inscrits respectivement dans les semi-droites A, A', B et A, A', B', puis le cycle moyen des cycles inscrits respectivement dans les semi-droites B, B', A et B, B', A'; cela posé, les tangentes communes aux deux cycles moyens dont je viens de parler sont les semi-droites cherchées.

» 9. Un hypercycle est complètement déterminé quand on se donne deux couples de tangentes conjuguées (A, A') et (B, B') et une tangente quelconque T. Si l'on détermine d'abord, comme je viens de le dire, les deux semi-droites qui forment avec (A, A') et (B, B') des systèmes harmoniques, on aura les semi-droites fondamentales de la courbe. Que l'on construise ensuite la conjuguée harmonique A_0 de T relativement à (A, A'), puis sa conjuguée harmonique B_0 relativement à (B, B'), le cycle polaire de T sera déterminé, puisqu'il doit toucher T, A_0 et B_0.

» L'hypercycle est donc bien défini, puisque l'on connaît ses deux semi-

droites fondamentales et le cycle polaire d'une semi-droite du plan, et l'on peut en construire autant de tangentes qu'on le veut.

» 10. Soit (A, A') un couple de tangentes conjuguées de l'hypercycle; leurs cycles polaires ont en commun deux tangentes communes B et B'. Ces semi-droites constituent un couple de tangentes conjuguées de la courbe; leurs cycles polaires sont tangents à A et A'.

» Les deux couples de tangentes conjuguées (A, A') et (B, B') sont conjoints; en d'autres termes, si deux cycles respectivement inscrits dans les semi-droites A, A' et B, B' roulent l'un sur l'autre en demeurant constamment tangents, la tangente commune enveloppe l'hypercycle défini par les couples conjoints de tangentes.

» 11. Si une semi-droite roule sur un cycle K, le lieu du centre de son cycle polaire est une conique. Si l'on considère les cycles polaires de deux tangentes quelconques à ce cycle, leur centre de similitude est situé sur une droite fixe D. Il en résulte que l'enveloppe des cycles est un anticaustique par réfraction de conique, les rayons incidents étant perpendiculaires à la droite D.

» En particulier, les cycles polaires de toutes les semi-droites qui passent par un point P ont leur centre sur une droite Δ. A chaque point P du plan correspond ainsi une droite Δ; si plusieurs points sont sur la droite A, les droites Δ correspondantes passent par un point fixe Q auquel correspond la droite A. Le système des points P et des droites Δ constitue donc deux systèmes corrélatifs.

» 12. Soient K un cycle quelconque inscrit dans les deux semi-droites fondamentales, Ω et Θ les cycles principaux de la courbe, Ω_k et Θ_k les symétriques de K relativement à Ω et Θ; ces cycles sont aussi évidemment inscrits dans les deux semi-droites fondamentales. En désignant par ω_1 et θ_1 les points où Ω et Θ touchent respectivement A, la longueur $\omega_1\theta_1$ est parfaitement déterminée en grandeur et en signe; j'appellerai cette longueur p le paramètre de la courbe; il est clair que la distance entre les points où Ω_k et Θ_k touchent A est égale à $2p$.

» Cela posé, si une semi-droite roule sur K, son cycle polaire demeure constamment tangent à Ω_k et Θ_k. Si l'on désigne par ω et ω' les tangentes à la courbe menées aux points où elle touche Ω et si l'on se donne la semi-droite D, son cycle polaire sera entièrement déterminé, puisqu'il touche Ω_k au point de contact de ce cycle avec la conjuguée harmonique de D relativement aux semi-droites ω et ω'.

» On peut ainsi déterminer aisément le cycle polaire d'une semi-droite

donnée. Réciproquement, un cycle étant donné, il est facile de reconnaître si c'est un cycle polaire et, dans ce cas, de construire la semi-droite correspondante.

» Que l'on mène à ce cycle les tangentes parallèles aux semi-droites fondamentales, le cycle, d'après une proposition énoncée plus haut, sera un cycle polaire si le point de rencontre de ces tangentes est sur la conique H, lieu des cycles polaires qui se réduisent à des points.

» Autrement, que l'on mène les deux cycles D_ω et D_θ qui touchent K et les semi-droites fondamentales; si la longueur comprise sur A entre les points de contact de ces cycles est égale à $2p$, le cycle est un cycle polaire. Les symétriques de D_ω et D_θ pris respectivement par rapport à Ω et Θ se confondent alors en un même cycle; et, D' désignant la tangente commune à D_ω et Ω en leur point de contact, la conjuguée harmonique de D' relativement à ω et ω' a précisément K pour cycle polaire.

» Il résulte de ce qui précède que, si deux cycles D_ω et D_θ inscrits dans les deux semi-droites fondamentales sont tels que la distance entre leurs points de contact avec A soit égale à $2p$, tout cycle tangent à D_ω et D_θ est un cycle polaire. Les deux points de rencontre de ces cycles sont donc des cycles polaires qui se réduisent à des points, et sont par suite situés sur la conique H.

» Les propriétés précédentes conduisent à un assez grand nombre de propriétés des coniques, parmi lesquelles j'énoncerai seulement la suivante:

» Étant donnée une conique, attribuons un sens quelconque à ses deux asymptotes A et A'. Par un point M quelconque de la conique, menons deux parallèles Q et Q' aux semi-droites A et A'; par un autre point N pris arbitrairement sur la conique, menons les deux cycles R et R' qui sont tangents à A et A'. Cela posé, les deux semi-droites Q et Q' et les cycles R et R' sont tangents à un même cycle K; l'axe radical de R et de R' est la droite qui joint les points de contact de K avec les semi-droites Q et Q'; la tangente à la conique au point M et les tangentes menées à K aux points où ce cycle touche R et R' concourent en un même point.

» 13. Soient D une semi-droite quelconque du plan et K son cycle polaire; menons à ce cycle la tangente D' qui set parallèle à D. La semi-droite, menée parallèlement à D et D' et qui en est également distante, est la tangente à l'hypocycle qui est parallèle à D. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes doublement périodiques à points singuliers essentiels*. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soit un parallélogramme élémentaire formé avec les périodes ω, ω' et, dans l'intérieur de ce parallélogramme, un cercle C dont le centre a pour affixe a; appelons espace E la portion du plan comprise à l'intérieur du parallélogramme et à l'extérieur du cercle C. Soit, en outre, $f(x)$ une fonction restant holomorphe dans tout l'espace E et admettant les deux périodes ω, ω', c'est-à-dire reprenant les mêmes valeurs aux points homologues des côtés opposés du parallélogramme. Désignons par $Z(u)$ la fonction $\frac{d\log\theta_1(u)}{du}$, par x un point fixe pris dans l'espace E, et par C' une circonférence de centre a extérieure au cercle C, mais aussi rapprochée qu'on le veut de ce cercle, de telle façon que le point x soit à l'extérieur du cercle C'. L'intégrale

$$(1) \qquad \int f(u)Z(u-x)\,du,$$

prise sur le contour du parallélogramme élémentaire, est égale, comme il est connu, à une constante A_0 indépendante de x; d'autre part, l'intégrale (1) se réduit à la somme de deux intégrales, l'une prise sur un petit cercle entourant le point x et égale à $2\pi i f(x)$, l'autre prise le long de la circonférence C'. On a donc l'équation

$$(2) \qquad f(x) = \frac{A_0}{2\pi i} - \frac{1}{2\pi i}\int_{C'} f(u)Z(u-x)\,du,$$

l'indice C' indiquant que l'intégrale est prise le long de la circonférence C'. La fonction $Z(u-x)$ est une fonction de u holomorphe à l'intérieur du cercle dont le centre est a, et dont le rayon est égal au module de $x-a$. Cette fonction est donc, dans l'intérieur de ce cercle, développable en une série convergente ordonnée suivant les puissances de $(u-a)$:

$$Z(u-x) = Z(a-x) + \frac{(u-a)}{1}Z'(a-x) + \ldots + \frac{(u-a)^n}{1.2\ldots n}Z^{(n)}(a-x) + \ldots.$$

» Portant ce développement dans l'équation (2), on a

$$(3)\quad \begin{cases} f(x) = \dfrac{A_0}{2\pi i} + \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} A_n Z^{(n)}(a-x), \\ 2\pi i A_n = -\dfrac{1}{1.2\ldots n}\displaystyle\int_{C'} (u-a)^n f(u)\,du, \quad Z^n(u) = \dfrac{d^n Z(u)}{du^n}. \end{cases}$$

Le coefficient de $Z(a-x)$ est nul; car ce coefficient est, à un facteur numérique près, égal à l'intégrale $\int f(u)du$ prise sur le contour du parallélogramme élémentaire.

» 2. Soit $f(x)$ une fonction uniforme doublement périodique n'ayant dans un parallélogramme élémentaire qu'un point singulier essentiel a et n'ayant pas de pôles. On peut alors, dans ce qui précède, supposer le rayon du cercle C de centre a aussi petit qu'on le veut, et, par suite, la fonction $f(x)$ est représentée par la formule (3) pour toute valeur de x. On verra de même qu'une fonction uniforme doublement périodique ayant dans le parallélogramme des périodes n points singuliers a_1, a_2, ..., a_n, pôles ou points singuliers essentiels, peut être mise sous la forme

$$C + \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)} Z^{(\nu)}(x-a_k), \quad \sum_{k=1}^{k=n} A_0^{(k)} = 0.$$

» 3. Le théorème de M. Mittag-Leffler peut être généralisé de la façon suivante. Soient $a_1, a_2, \ldots, a_\nu, \ldots$ des points tous différents situés dans un parallélogramme des périodes et tels que, pour $\nu = \infty$, $\lim a_\nu = a$; soient, en outre, $f_1(x, a_1), f_2(x, a_2), \ldots, f_\nu(x, a_\nu), \ldots$ des fonctions méromorphes doublement périodiques ayant respectivement pour pôles les seuls points a_ν et a; il existe une fonction uniforme doublement périodique $F(x)$ admettant le point a pour point singulier essentiel et les points a_ν pour pôles, de telle façon que la différence $F(x) - f_\nu(x, a_\nu)$ soit régulière au point a_ν.

» La fonction $f_\nu(x, a_\nu)$ est de la forme

$$f_\nu(x, a_\nu) = \sum_{k=0}^{k=n_\nu} A_k^{(\nu)} Z^{(k)}(x-a_\nu) + \sum_{k=0}^{k=n'_\nu} B_k^{(\nu)} Z^{(k)}(x-a),$$

la somme $A_0^{(\nu)} + B_0^{(\nu)}$ étant nulle. La démonstration du théorème repose sur ce fait que, pour toutes les valeurs de x, telles que $\operatorname{mod}\dfrac{a_\nu - a}{x-a} < \varepsilon$, $(\varepsilon < 1)$,

la fonction $f_\nu(x, a_\nu)$ est développable en série suivant les puissances croissantes de $(a_\nu - a)$:

$$f_\nu(x, a_\nu) = \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{(a_\nu - a)^m}{1.2\ldots m} \left[\frac{d^m f_\nu(x, a_\nu)}{da_\nu^m}\right]_{a_\nu = a}.$$

On en conclut que l'on peut prendre dans le développement précédent un nombre m_ν de termes assez grand pour que, en posant

$$F_\nu(x) = f_\nu(x, a_\nu) - \sum_{m=0}^{m=m_\nu} \frac{(a_\nu - a)^m}{1.2\ldots m} \left[\frac{d^m f_\nu(x, a_\nu)}{da_\nu^m}\right]_{a_\nu = a},$$

la série $F(x) = \Sigma F_\nu(x)$ soit absolument convergente dans le voisinage de tout point x_0 distinct des points a_ν.

» 4. On déduit du théorème précédent la formation d'une fonction uniforme doublement périodique $\Phi(x)$ s'annulant aux points $a_1, a_2, \ldots, a_\nu, \ldots$, n'ayant pas de pôles et admettant le point a pour point singulier essentiel. Si l'on pose

$$p_\nu(x, a_\nu) = \frac{\theta_1(x - a_\nu)}{\theta_1(x - a)} e^{(a_\nu - a)\,Z(x-a)},$$

la fonction $\Phi(x)$ sera de la forme

$$\Phi(x) = A \prod_{\nu=1}^{\nu=\infty} p_\nu(x, a_\nu)\, e^{\sum_{m=1}^{m=m_\nu} \frac{(a-a_\nu)^{m+1}}{1.2\ldots(m+1)} Z^m(x-a)},$$

les entiers m_ν étant convenablement choisis. Pour le démontrer, il suffit d'appliquer le théorème (3) à la fonction $\frac{\Phi'(x)}{\Phi(x)}$, en prenant

$$f_\nu(x, a_\nu) = \frac{d \log p_\nu(x, a_\nu)}{dx}.$$

» On obtient facilement des théorèmes analogues aux précédents pour les fonctions doublement périodiques de seconde espèce. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable*. Note de M. G. MITTAG-LEFFLER. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans ma Lettre du 30 janvier, dont vous avez publié un extrait dans es *Comptes rendus* (13 février), je vous disais que le théorème que j'y ex-

posais était le fondement d'une théorie très générale. C'est ce que j'ai indiqué d'une manière succincte dans une Note qui a été insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm* du 12 décembre 1877. J'ai développé plus en détail une partie de cette théorie dans un Mémoire paru dans les mêmes Comptes rendus pour le 8 février dernier. Je me permettrai de vous en donner un extrait.

» L'ensemble des valeurs singulières distinctes d'une fonction uniforme et monogène $F(x)$ forme un nombre de valeurs que j'indiquerai par P. Soit Q un nombre de valeurs appartenant à P. J'appellerai *valeur limite* à Q une valeur telle qu'il y ait dans chaque voisinage de cette valeur d'autres valeurs qui appartiennent à Q. Il a été démontré par M. Weierstrass que chaque nombre infini de valeurs Q a nécessairement au moins une valeur limite. Soit P un nombre infini de valeurs. J'appellerai alors P' l'ensemble des valeurs limites à P. Il peut arriver que P' soit aussi un nombre infini de valeurs. J'indique alors par P'' l'ensemble des valeurs limites à P'. J'indique de la même manière par $P^{(r)}$ l'ensemble des valeurs limites à $P^{(r-1)}$. S'il arrive que $P^{(r)}$ ne soit qu'un nombre fini de valeurs, je mets $P^{(r+1)} = 0$. En procédant dans la suite $PP'P'' \ldots P^{(r-1)} \ldots P^{(r)}$, vous trouvez que chaque nombre de valeurs précédent embrasse tous les nombres de valeurs suivants et que vous perdez à chaque pas un nombre de valeurs. J'indiquerai ces pertes par $P - P'$, $P' - P''$, ... Il peut arriver maintenant qu'il y ait dans la suite $PP' \ldots, P^{(r)} \ldots$ un premier nombre de valeurs telles que $P^{(n+1)} = 0$. Dans ce cas, P est appelé un nombre de valeurs du premier genre et de la $n^{\text{ième}}$ espèce. Mais il peut arriver aussi que la suite aille à l'infini sans que l'on arrive jamais à un nombre de valeurs qui égale zéro. Dans ce cas P est un nombre de valeurs du second genre. Cette classification est la même que M. Cantor a employée dans ses belles recherches sur un nombre de valeurs réelles et situées entre des limites finies.

» J'énoncerai d'abord un théorème qui embrasse les fonctions uniformes et monogènes dont les singularités présentent un nombre de valeurs du premier genre. Je suppose donnés :

» 1° Un nombre de valeurs distinctes, P, du premier genre et de la $n^{\text{ième}}$ espèce dont $P^{(n)}$ est l'ensemble des valeurs $a_1 a_2 \ldots a_m$. Les autres valeurs de P peuvent toujours être partagées en groupes de la manière suivante :

» Le nombre de valeurs $P^{(n)} - P^{(n-1)}$ est $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$, où $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite a_ν. Le nombre de valeurs $P^{(n-2)} - P^{(n-1)}$ est $a_{\lambda\mu\nu}$; $\lambda = 1, 2, \ldots$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$; où $a_{\lambda\mu\nu}$;

$\lambda = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite $a_{\mu\nu}$; ainsi de suite. Le nombre de valeurs $P' - P''$ est $a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\beta = 1, 2, \ldots$; $\gamma = 1, 2, \ldots$; $\ldots$; $\lambda = 1, 2, \ldots$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$, où $\alpha_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\beta = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite $a_{\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$ et le nombre de valeurs $P - P'$ est $a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\alpha = 1, 2, \ldots$; $\beta = 1, 2, \ldots$; $\gamma = 1, 2, \ldots$; $\ldots$; $\lambda = 1, 2, \ldots$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$, où $a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\alpha = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite $a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$.

» 2° Une suite de fonctions entières, algébriques ou transcendantes, s'annulant toutes pour $(y = 0)$.

$$G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}(y) = c_{-1}^{(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)}.y + c_{-2}^{(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)}.y^2 + c_{-3}^{(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)}.y^3 + \ldots,$$
$$\alpha = 1, 2, \ldots; \quad \beta = 1, 2, \ldots; \quad \gamma = 1, 2, \ldots;$$
$$\lambda = 1, 2, \ldots; \quad \mu = 1, 2, \ldots; \quad \nu = 1, 2, \ldots, m.$$

» Il est alors toujours possible de former une fonction analytique

$$F(x;\, a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu};\, \alpha = 1, 2, \ldots;\, \beta = 1, 2, \ldots;$$
$$\gamma = 1, 2, \ldots; \ldots; \lambda = 1, 2, \ldots; \mu = 1, 2, \ldots; \nu = 1, 2, \ldots, m)$$

n'ayant d'autres points singuliers que le nombre de valeurs P, et telle que pour chaque valeur déterminée de $(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)$ la différence

$$F(x) - G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}}\right)$$

ait, en supposant $x = a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$, une valeur finie et déterminée, de telle sorte que, dans le voisinage de $x = a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$, $F(x)$ puisse s'exprimer sous la forme

$$G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}}\right) + \mathfrak{P}_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}(x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}).$$

» Toutes les fonctions $\overline{F}(x)$ ayant ce caractère s'obtiennent par la formule

$$\overline{F}(x) = F(x) + \overline{F}(x;\, a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu};\, \beta = 1, 2, \ldots;\, \gamma = 1, 2, \ldots; \ldots;$$
$$\lambda = 1, 2, \ldots; \mu = 1, 2, \ldots; \nu = 1, 2, \ldots, m)$$

où

$$\overline{F}(x;\, a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu};\, \beta = 1, 2, \ldots;\, \gamma = 1, 2, \ldots; \ldots;$$
$$\lambda = 1, 2, \ldots; \mu = 1, 2, \ldots; \nu = 1, 2, \ldots, m)$$

est une fonction arbitraire qui est uniforme et monogène et dont l'ensemble des points singuliers est le nombre des valeurs P'.

» Ce théorème n'est nullement le plus général dans son genre. Il y en a

d'autres qui embrassent toute une classe de fonctions du second genre. Pour pouvoir énoncer ceux-ci, je suis d'abord forcé de rendre compte de la classification qu'a introduite M. Cantor pour un nombre de points réels et situés entre des limites finies et qui appartient à la seconde classe. Il y a aussi d'autres théorèmes qui font une généralisation de la même étendue du théorème de M. Weierstrass et des théorèmes II, III et IV de ma Lettre du 29 juin 1879. Il en est de même d'autres qui font la généralisation des résultats que j'ai dernièrement communiqués dans les *Comptes rendus.* »

GÉOMÉTRIE SUPÉRIEURE. — *Relation générale entre sept points quelconques d'une section conique. Conique d'homologie. Propriétés communes à trois figures homographiques;* par M. G. TARRY.

« THÉORÈME GÉNÉRAL. — *Étant donnés deux triangles* ABC *et* A'B'C' *inscrits dans une conique, si par un point* P *de cette conique on mène une droite quelconque la coupant en un second point* H, *et que sur cette droite* PH *on prenne un autre point quelconque* D, *les deux coniques* HDABC *et* HDA'B'C', *qui passent par les deux points* H *et* D, *se coupent en deux autres points, situés sur une droite fixe.*

» *Cette droite fixe est la polaire du point* P *par rapport à la conique qui a pour triangles conjugués les deux triangles* ABC *et* A'B'C'.

» *Corollaire I.* — Si trois points sont situés sur une conique circonscrite à un triangle conjugué par rapport à une autre conique, le centre d'homologie du triangle de ces trois points et de son triangle polaire par rapport à la seconde conique est situé sur la première.

» *Corollaire II.* — Si un triangle est inscrit dans une conique et circonscrit à une autre, dans tous les triangles jouissant de la même propriété, les sommets sont les pôles des côtés opposés par rapport à une conique fixe, passant par les points d'intersection des deux coniques.

APPLICATIONS. — *Propriétés de trois figures homographiques qui ont une conique d'homologie.*

» *Définition.* — On sait que, dans deux figures homographiques placées d'une manière quelconque dans un plan, il existe en général trois points doubles. Trois figures homographiques comprenant trois couples de deux de ces figures, il existe en général dans ce système trois groupes de trois points doubles correspondant à ces couples. Lorsque ces neuf points doubles sont situés sur une conique, je l'appelle *conique d'homologie,* et l'on a les théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Dans trois figures homographiques ayant une conique d'homologie, le triangle qui a pour sommets les points doubles d'un couple de figures homographiques a pour triangle polaire, par rapport à la conique conjuguée aux deux groupes de trois points doubles des autres couples, le triangle dont les sommets sont les points homologues de ces points doubles dans la troisième figure.*

» Théorème II. — *Dans trois figures homographiques ayant une conique d'homologie, les trois triangles des trois groupes de points doubles sont homologiques à leurs triangles polaires correspondants, et les trois centres d'homologie sont les trois points homologues des trois figures homographiques qui ont la propriété d'être situés sur la conique d'homologie.*

» Théorème III. — *Trois figures homographiques ont une conique d'homologie lorsque huit de leurs points doubles sont situés sur une conique, et si l'on donne neuf points quelconques d'une conique pour les points doubles de trois figures homographiques, ces trois figures sont complètement déterminées.*

» Théorème IV. — *Dans trois figures homographiques ayant une conique d'homologie, tous les triangles dont les sommets sont trois points homologues sont homologiques à un triangle fixe, et le lieu géométrique des centres d'homologie est la conique d'homologie.*

» *Ce triangle fixe a pour sommets les trois points homologues situés sur la conique d'homologie.*

Cas particulier. — *Propriétés de trois figures homographiques qui ont deux points triples.*

» *Définition.* — J'appelle *point triple* tout point qui, appartenant à l'une des trois figures homographiques, se confond avec ses homologues dans les deux autres.

» *Remarque.* — Si trois figures homographiques ont deux points triples, les neuf points doubles se réduisent à cinq et la conique passant par ces cinq points est la conique d'homologie.

» Il résulte de là que, dans trois figures homographiques qui ont deux points triples, tous les triangles dont les sommets sont des points homologues jouissent de la propriété énoncée au théorème IV.

» Théorème I. — *Dans trois figures homographiques ayant deux points triples, tous les triangles dont les côtés sont trois droites homologues sont homologiques à un triangle fixe, et le lieu géométrique des centres d'homologie est la conique d'homologie.*

» *Ce triangle fixe a pour sommets les trois points doubles.*

» Théorème II. — *Dans trois figures homographiques ayant deux points*

triples, toutes les droites autres que celle qui joint les points triples, sur lesquelles sont situés trois points homologues, passent par un point fixe.

» *Ce point fixe est le centre d'homologie des deux triangles fixes : le triangle des trois points doubles, et le triangle des trois points homologues situés sur la conique d'homologie.*

» *Observations.* — Tous ces théorèmes peuvent être doublés en vertu du principe de dualité, et les derniers s'appliquent au cas de trois figures semblables, qui peuvent être considérées comme trois figures homographiques ayant pour points triples les deux points cycliques.

» La conique d'homologie devient alors la circonférence passant par les trois points doubles réels ou les centres de similitude.

» *Note.* — Dans le cas tout à fait particulier où trois côtés homologues des trois figures semblables peuvent être placés bout à bout de manière à former les côtés d'un triangle, la circonférence d'homologie ou de similitude jouit de propriétés métriques remarquables, qui ont fait l'objet d'un Mémoire lu par M. H. Brocard, capitaine du génie, au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Alger en 1881. »

PHYSIQUE. — *Étude des appareils solaires.* Note de M. **A. Crova**, présentée par M. Berthelot.

« On désigne sous le nom d'*appareils solaires* des dispositifs destinés à recueillir l'énergie radiante du Soleil et à la convertir en chaleur thermométrique, utilisable soit directement, soit en la transformant avec relation d'équivalence en l'une quelconque des formes de l'énergie, telles que le travail mécanique, électrique ou chimique.

» Les plus connus de ces appareils sont les réflecteurs qui ont été l'objet, dans ces derniers temps, des études persévérantes de M. Mouchot [1], et dont la construction a reçu de M. A. Pifre [2] des perfectionnements importants. Les opinions les plus diverses ont été émises au sujet de l'utilité pratique de ces appareils : les uns n'y voient qu'une expérience intéressante, mais sans valeur pratique; d'autres les considèrent comme appelés à un grand avenir, et destinés à produire industriellement, dans bien des cas, l'énergie que nous empruntons d'habitude à la combustion du charbon.

---

(1) Mouchot, *la Chaleur solaire et ses applications industrielles*. Gauthier-Villars, Paris 1879.

(2) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 368.

» Pour connaître la valeur pratique de ces appareils, M. le Ministre des Travaux publics a chargé deux Commissions, l'une à Constantine, l'autre à Montpellier, de faire des études sur deux miroirs identiques de $5^{mq},22$ de section normale aux rayons solaires, et d'évaluer leur rendement pratique.

» La Commission de Montpellier est composée de MM. Duponchel, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, président; Fulcrand, colonel du Génie; Guibal, ingénieur des Ponts et Chaussées, et de moi. Je résume succinctement dans cette Note les principaux résultats des travaux de notre Commission.

» Les expériences ont été faites au polygone du Génie, sur une élévation parfaitement exposée dans tous les sens; elles ont duré du 1er janvier au 31 décembre 1881, et ont été faites d'heure en heure, tous les jours pendant lesquels le soleil a brillé et les observations ont été possibles.

» Les rayons solaires, concentrés dans la ligne focale du miroir, étaient reçus sur une chaudière noircie qui en occupait l'axe, et qui était entourée d'un manchon de verre. L'eau entrait en ébullition, et sa vapeur se condensait dans un serpentin refroidi par un courant d'eau. Les formules de Regnault permettaient de déduire, du poids de l'eau distillée par heure, le nombre de calories utilisées par l'appareil.

» Des observations actinométriques, faites d'heure en heure, on déduisait le nombre de calories incidentes pendant chaque heure, en prenant la moyenne de l'actinomètre au commencement et à la fin de chaque heure.

» On mesurait en même temps la température de l'air, son état hygrométrique, et la chaleur du Soleil, qui permettait de calculer l'épaisseur atmosphérique traversée, au moyen de la formule de Laplace.

» Le nombre des calories utilisées et celui des calories incidentes étaient exprimés en grandes calories (kilogramme-degré), reçues en une heure sur 1^{mq} de surface normale aux rayons solaires; leur quotient donnait le rendement économique de l'appareil.

» Voici les principaux résultats obtenus pendant cent soixante-seize journées, qui ont donné lieu à neuf cent trente observations, durant lesquelles on a distillé 2725^{lit} d'eau :

Moyenne générale des valeurs mesurées pendant l'année 1881, et rapportées à 1^{mq} et à 1^h :

		Maximum.	
	Cal	Cal	
Chaleur reçue directement	616,1	945,0	(25 avril)
Chaleur utilisée par l'appareil	258,8	547,5	(15 juin)
Moyenne des rendements	0,491	0,854	(14 juin)

» Le rendement n'est pas proportionnel à l'intensité calorifique des radiations solaires, et ne varie presque jamais dans le même sens. Les maxima de radiations ont lieu, en effet, à Montpellier, au printemps, époque à laquelle l'air est à son maximum de sécheresse et de transparence calorifique. La quantité absolue de chaleur utilisée dépend, au contraire, essentiellement de la température de l'air; plus celle-ci est élevée, c'est-à-dire plus la chute de température est faible, moins le refroidissement a d'influence, et plus la chaleur utilisée est considérable. Les rendements maxima correspondent généralement aux minima d'intensité des radiations; par les plus fortes intensités, les radiations obscures, non transmissibles par le verre, sont arrêtées par le manchon, et le rendement diminue, quoique la quantité de chaleur utilisée augmente. L'inverse a lieu lorsque les radiations incidentes sont très affaiblies par leur transmission au travers d'une atmosphère douée d'une faible transparence calorifique, qui arrête les radiations de grandes longueurs d'onde, et transmet celles qui ne subissent qu'une bien faible perte dans leur passage à travers le manchon qui enveloppe la chaudière.

» Dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire en admettant que la radiation incidente soit de 1200^{Cal} par heure et par mètre carré, résultat qui n'a jamais été atteint, et que le rendement soit 0,8, on obtiendrait au plus 960^{Cal}; ce nombre représenterait à peu près la chaleur produite par 240^{gr} de charbon, en admettant que la moitié environ de la chaleur qu'il produit en brûlant soit utilisée à vaporiser l'eau. En réalité, dans nos climats, on n'arrive pas à la moitié de ce nombre.

» Dans nos climats tempérés, le soleil ne brille pas d'une manière assez continue pour que l'on puisse utiliser pratiquement ces appareils. Dans des climats très secs et chauds, la possibilité de leur utilisation dépend d'un certain nombre de circonstances que nous n'avons pas à discuter ici, telles que la difficulté plus ou moins grande de s'y procurer du combustible, le prix et la facilité de transport des appareils solaires.

» Le travail dont je résume très succinctement quelques-uns des résultats permettra d'obtenir des données précises, sur lesquelles on pourra se baser pour apprécier l'efficacité du récepteur solaire sur lequel nous avons expérimenté. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur due à l'aimantation*. Note de M. **Pilleux**.

« J'ai pu échauffer, jusqu'à plus de 200°, l'âme en fer d'un électro-aimant, en le faisant traverser par les courants alternatifs d'une machine de Méritens. J'ai remplacé l'âme en fer par des âmes en métaux non magnétiques, de conductibilités diverses : l'échauffement ne s'est plus produit.

» En opérant avec du fer à divers degrés de recuit, et même de l'acier, j'ai constaté que la force coercitive des noyaux augmente leur échauffement, quand ils subissent l'action de fréquentes aimantations et désaimantations.

» Ce serait donc bien à l'aimantation et non à des courants d'induction qu'il faudrait attribuer l'échauffement si considérable des électro-aimants dans certains cas : la force coercitive jouerait alors le même rôle que la résistance au passage de l'électricité, quand on échauffe un fil métallique par le courant d'une pile. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'acide pernitrique.* Note de M. **J. Chappuis**, présentée par M. Jamin.

« Dans toutes les expériences faites en vue d'étudier le spectre d'absorption de l'ozone, et dont j'ai indiqué dans une précédente Note les résultats principaux, les précautions prises pour éviter la présence de l'azote mélangé à l'oxygène que l'on soumet à l'action des effluves électriques ont été des plus grandes; c'est que, en effet, il importait d'éviter la production de composés oxygénés de l'azote qui pouvaient donner naissance à un spectre d'absorption spécial, dont les raies, mélangées à celles du spectre caractéristique de l'ozone, auraient été faussement attribuées à ce dernier gaz.

» Les résultats obtenus dans l'étude spectroscopique d'un mélange d'oxygène et d'azote, préalablement soumis à l'action de l'effluve, sont venus justifier l'emploi de toutes ces précautions, et démontrer en même temps, de la façon la plus nette, que le spectre d'absorption observé et décrit comme appartenant à l'ozone et caractérisant ce gaz n'est pas attribuable à un composé oxygéné de l'azote.

» L'introduction de quantités quelconques d'azote dans l'oxygène destiné à la préparation de l'ozone donne en effet naissance à un phénomène tout différent de celui observé avec l'oxygène pur; on produit en même

temps que l'ozone, dont la présence est encore rendue manifeste dans ces circonstances par sa couleur et par son spectre, un composé d'oxygène et d'azote qui présente un spectre tout spécial.

» L'observation de ce nouveau spectre nous a déterminés, M. Hautefeuille et moi, à faire une série d'expériences dont la conclusion nécessaire a été l'existence d'un composé acide anhydre d'oxygène et d'azote, plus oxygéné que l'acide azotique, et auquel nous avons donné le nom d'*acide pernitrique*.

» Les propriétés que nous avons trouvées à ce corps nous ont permis de préciser les conditions de sa formation; j'ai pu alors préparer ce composé dans le but détudier et de décrire complètement son spectre d'absorption.

» Nous ne savons pas préparer l'acide pernitrique seul, en l'absence de l'ozone, et de ce fait résulte, dans le spectre observé, la superposition des bandes de l'ozone et des bandes du composé azoté. Heureusement l'intensité des bandes est plus grande pour l'acide pernitrique, et leur caractère est bien tranché. Des traces de ce corps suffisent pour qu'on aperçoive deux lignes entre D et A, dans une région où l'ozone ne présente pas de bandes; de plus, ce sont des raies fines et noires, au lieu de ces bandes larges et grises et à contours peu nets qui caractérisent l'ozone.

» C'est grâce à ces différences essentielles que l'on peut de suite distinguer les deux spectres, malgré leur superposition.

» Les dimensions des tubes permettant l'observation du spectre de l'acide pernitrique peuvent être fortement réduites; quelques-unes des bandes sont en effet facilement visibles avec une épaisseur de gaz ne dépassant pas $0^m,10$ et deviennent très noires et plus larges avec un tube de 1^m de long, reproduisant ainsi le phénomène signalé pour l'acide hypoazotique et que j'ai observé avec l'ozone.

» Je me suis servi, dans ces expériences, du même spectroscope que j'avais déjà employé à établir le tableau des bandes du spectre de l'ozone.

» La position des raies du spectre de l'acide pernitrique sur une carte graduée en longueurs d'onde serait la suivante (tube de 2^m de long):

Numéros.	λ		Largeur.
1........	668,0	665,0	3,0
2........	639,0	»	»
3........	632,0	628,0	4,0
4........	628,0	625,0	3,0
5........	617,0	»	»

Numéros.	λ		Largeur.
6........	606,0	»	»
7........	598,0	»	»
8........	588,5	590,0	1,5

» L'ordre d'apparition de ces raies est le suivant :

» Les raies 1 et 4 sont les plus nettes et les plus noires : ce sont les deux caractéristiques de l'acide pernitrique; elles se voient dans un tube de $0^m,10$ de longueur.

» La raie 3 est grise et ne semble pas se séparer de la 4; elle n'est visible que quand la colonne gazeuse a 1^m environ.

» Les bandes 6 et 7 sont superposées à la bande 2 de l'ozone; aussi leurs contours sont-ils mal définis; je n'ai noté que leur milieu; elles apparaissent en même temps que la bande 8, qui se superpose aux deux raies D. L'observation de ces bandes nécessite l'emploi d'un tube de $1^m,50$ de longueur.

» Les raies 2 et 5 sont extrêmement fines et ne se voient que dans les expériences faites avec un tube de 2^m au moins.

» La description du spectre d'absorption de l'acide pernitrique et l'étude comparative de ce spectre et de celui de l'ozone fournissent des éléments indispensables à connaître pour la recherche spectroscopique des composés gazeux et des réactions qui peuvent se produire dans les mélanges de gaz dont l'ozone et les composés oxygénés de l'azote font partie.

» L'observation spectroscopique permet, en particulier, de s'assurer de la pureté de l'ozone, de vérifier que ce gaz a été préparé avec de l'oxygène exempt d'azote, et d'éviter ainsi d'attribuer faussement à l'ozone des propriétés qui pourraient être dues à des composés oxygénés de l'azote. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse de l'eau distillée.* Note de M. D. TOMMASI.

« Plusieurs physiciens ont mis en doute la possibilité de décomposer l'eau chimiquement pure à l'aide d'un courant. D'après M. Bourgoin (1), l'eau ne serait pas un électrolyte : la substance qu'on y mêle pour la rendre conductrice serait seule décomposée.

» Les quelques expériences que j'ai faites à ce sujet m'ont prouvé le con-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XV, p. 47, et t. XXVIII, p. 119.

traire, c'est-à-dire que l'eau peut s'électrolyser, même par le courant d'une pile très faible, pourvu que les calories dégagées par cette pile soient au moins égales aux calories absorbées par l'eau pour se décomposer en ses éléments, environ 69^{cal}.

» Voici ces expériences :

» 1° Dans un tube en U, rempli d'eau distillée, je plonge deux électrodes en platine, reliées avec 2 éléments Daniell. Les électrodes sont éloignées l'une de l'autre de $0^m,01$ environ. Aucun effet visible ne se produit, même au bout de quelque temps. Les calories dégagées par la pile sont cependant plus que suffisantes à opérer la décomposition de l'eau; en effet, $98 > 69$. Si donc l'eau, dans ce cas, n'éprouve aucune décomposition, cela tient uniquement à la résistance qu'elle oppose au passage du courant, et non pas à l'insuffisance d'énergie produite par la pile.

» 2° Si, dans l'expérience précédente, on remplace l'électrode positive par un fil d'argent, voici ce que l'on observe. Après dix-huit heures, on ne remarque aucun changement appréciable dans le liquide; cependant si, après avoir retiré le fil d'argent, on verse dans la branche où il plongeait une goutte d'acide chlorhydrique, on voit apparaître un trouble blanc très manifeste, ayant tous les caractères du chlorure d'argent. L'acide chlorhydrique n'a fait autre chose que précipiter la faible quantité d'oxyde d'argent qui se trouvait en dissolution dans l'eau distillée. Or, l'argent ne décompose pas l'eau à la température ordinaire; pour produire l'oxydation, il a donc fallu que l'eau se décomposât, et, par suite, il a fallu que le courant traversât l'eau distillée. Les électrodes, dans cette expérience, étaient éloignées environ de $0^m,07$. On voit donc que, si l'électrode positive est en argent, on peut, à l'aide de deux petits éléments Daniell, arriver à vaincre la résistance d'une colonne d'eau distillée ayant $0^m,07$ de longueur.

» 3° Avec 3 éléments Daniell, l'effet est bien plus marqué. Après quinze minutes, on peut déjà constater, à l'aide de l'acide chlorhydrique, que l'argent commence à se dissoudre. Après dix-huit heures, on retrouve toute la partie courbe du tube recouverte d'une couche d'oxyde d'argent, en partie réduit par une action secondaire.

» 4° Si, dans l'expérience dont je viens de parler, on substitue à la pile Daniell 6 éléments Bunsen, la décomposition, comme on devait s'y attendre, a lieu avec beaucoup plus d'intensité. Après dix-huit heures, la quantité d'oxyde d'argent, en partie réduit, que l'on trouve au fond du tube, est relativement considérable.

» 5° L'or employé comme électrode positive ne s'oxyde pas en présence de l'eau distillée, même par l'action d'un courant de 8 éléments Bunsen.

» L'argent serait-il donc le seul métal qui eût la propriété de décomposer l'eau distillée sous l'action du courant voltaïque? Fort heureusement non, car on pourrait peut-être m'objecter que, si l'eau est décomposée quand l'argent sert d'électrode positive, cela pourrait tenir à ce que l'oxyde d'argent, pour qu'il fût soluble dans l'eau [1], serait toujours suffisant à rendre l'eau assez conductrice pour pouvoir s'électrolyser. Il est vrai de dire que cette objection ne serait pas très juste, car elle n'expliquerait pas pourquoi, au commencement de l'expérience, le courant pourrait passer, puisque, en ce moment, l'eau ne renferme aucune substance étrangère, et que ce n'est qu'au bout de quelque temps que l'argent entre en dissolution. Ce n'est donc pas l'oxydation de l'argent qui permet au courant de passer, mais c'est celui-ci qui, en décomposant l'eau, oxyde l'argent. Il est certain qu'une fois que l'eau renferme un peu d'oxyde d'argent, sa conductibilité augmente, et par suite l'électrolyse peut s'effectuer plus aisément; mais, je le répète, l'oxydation de l'argent n'est pas la cause déterminante de la décomposition de l'eau, mais seulement l'effet de cette décomposition même. Quoi qu'il en soit, voici une expérience qui montrera d'une manière certaine que la solubilité de l'oxyde d'argent ne joue qu'un rôle secondaire dans l'électrolyse de l'eau distillée.

» 6° Les oxydes ou les hydrates de cuivre sont complètement insolubles dans l'eau distillée, et dès lors ils ne peuvent augmenter en aucune façon la conductibilité de l'eau; or j'ai trouvé que le cuivre possède, comme l'argent, la propriété de décomposer l'eau distillée quand il est relié au pôle positif d'une pile. L'expérience se fait comme précédemment, c'est-à-dire que l'on plonge dans les branches d'un tube en U, rempli d'eau distillée, un fil de platine et un fil de cuivre, le premier relié au pôle négatif, et le second au pôle positif d'une pile composée de 3 éléments Daniell. La distance qui sépare les deux électrodes est de $0^{m},04$ environ. Au bout de dix-huit heures, on trouve sur la partie inférieure du tube, sur une longueur de $0^{m},02$ environ, une couche de cuivre réduit adhérente aux parois du tube. Une partie du cuivre s'est déposée sur le fil de platine. La décomposition de l'eau dans ce cas ne peut s'expliquer que dans la seule hypothèse que le cuivre employé comme électrode positive tendrait à diminuer la résistance

---

[1] L'oxyde d'argent se dissout dans 3000 fois son poids d'eau.

de l'eau, et par conséquent à la rendre plus apte à être électrolysée. Il en serait de même de l'argent employé comme électrode positive [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'azote nitrique et nitreux à l'état d'ammoniaque*. Note de M. A. GUYARD.

« Le but que je me proposais, et que j'ai réussi à atteindre, était le dosage de l'azote sous toutes ses formes oxydées, à l'état d'ammoniaque, par les procédés et au moyen de l'appareil de MM. Peligot, Will et Varrentrapp, qui donnent, à l'aide de manipulations si simples, des résultats si satisfaisants.

» J'ai résolu ce problème, grâce au procédé suivant, qui, selon moi, est appelé à rendre d'importants services à la Chimie organique et agricole, et qui pourra être employé pour le dosage de l'azote nitrique dans les poudres, les fulminants, les explosibles, etc.

» Le mode de dosage proposé repose sur le fait que, en présence du gaz des marais et de la chaux sodée, au rouge, les oxydes nitriques, libres ou combinés aux alcalis, ou les oxydes nitriques des matières organiques, sont *totalement* transformés en ammoniaque.

» Les manipulations sont *identiques en tous points* à celles des procédés Peligot, Will et Varrentrapp ; le mode opératoire que j'ai adopté est le suivant :

» On mélange intimement 5^{gr} d'acétate de soude *préalablement desséché* et 45^{gr} de chaux sodée. On introduit 10^{gr} à 15^{gr} du mélange au fond du tube à combustion (cette portion étant destinée à balayer les gaz ammoniacaux à l'aide d'un courant de gaz des marais). Aux 35^{gr} à 40^{gr} de chaux sodée acétique restants, on mélange $0^{gr},4$ à $0^{gr},5$ de la substance azotique ; on introduit le mélange dans le tube, qu'on achève de remplir avec une colonne de chaux sodée granulée *ordinaire*, puis l'on opère identiquement comme pour un dosage d'azote ammoniacal.

» Ce procédé si simple est d'une rigoureuse exactitude : c'est le seul qui puisse donner, en une seule opération, l'azote total existant sous toutes ses formes, à l'état d'ammoniaque.

» Pour déterminer dans une substance l'azote sous ses trois principales formes, trois dosages sont nécessaires :

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Debray, à l'École Normale.

» 1° Dosage de l'azote ammoniacal par la chaux sodée et l'oxalate de chaux.

» 2° Dosage de l'azote total par la chaux sodée acétique.

» La différence donne l'azote nitrique total et l'azote ammoniacal.

» 3° Dosage de l'azote total sur un échantillon préalablement débarrassé d'acide nitreux, par évaporation au bain-marie avec excès d'acide acétique. La différence entre les dosages 1° et 3° donne ainsi l'azote de l'acide nitrique.

» Ce dernier procédé s'applique surtout à l'examen des eaux, des terres et des engrais.

» J'avais entrepris l'étude de l'action des nitrates et des nitrites sur des mélanges chauffés au rouge de chaux sodée et de protosulfate de fer *presque sec*, et de chaux sodée mélangée de chaux sodo-sulfurée (chaux éteinte dans du sulfure de sodium) : dans les deux cas, j'avais réussi à transformer en grande partie l'azote nitrique en ammoniaque et j'avais presque réussi à appliquer ces méthodes à l'analyse, quand je découvris la réaction si complète du gaz des marais et de la chaux sodée, qui me les fit immédiatement rejeter. »

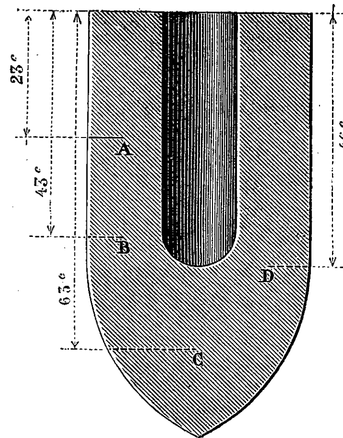
CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les effets de la compression sur la dureté de l'acier.* Note de M. LAN, présentée par M. Daubrée.

« Une Communication a été faite par M. Dumas, au nom de M. Clémandot, dans l'une des dernières séances de l'Académie, sur un procédé de trempe de l'acier par compression. Les faits signalés dans cette Communication sont d'accord avec ceux observés dans les forges de Saint-Jacques, à Montluçon (Allier), qui appliquent en grand, depuis cinq ou six mois, la compression de l'acier fondu, procédé employé déjà depuis plusieurs années en Angleterre, par M. Whitworth. Ce procédé soumet l'acier fondu, liquide, à l'action d'une presse hydraulique pouvant donner jusqu'à 1000^{kg}, 1200^{kg} ou 1500^{kg} de pression par centimètre carré, pression qu'on maintient jusque après solidification et refroidissement du lingot d'acier. On voit par là que ce procédé diffère de celui de M. Clémandot, par l'état initial de l'acier soumis à la compression, mais que, dans les deux cas, l'action finale s'exerce de la même façon. Aussi observe-t-on, à Montluçon, des résultats tout semblables à ceux de M. Clémandot : *une augmentation de dureté* de l'acier comprimé par rapport à l'acier non comprimé.

» Cette augmentation est d'autant plus sensible que l'acier est plus carburé, très facile à mesurer déjà dans les aciers à 0,50 pour 100 de carbone, mais mieux dans les aciers à 0,70 ou 0,80 pour 100, et à peine sensible, au contraire, dans les aciers tenant moins de 0,50 pour 100 de carbone. Les fabrications de l'usine de Saint-Jacques ne réclamant pas d'aciers de plus hautes carburations, ces expériences n'ont point porté sur des aciers de cette sorte, que peut-être M. Clémandot a eus plus spécialement en vue, et sur lesquels, visant un nouveau procédé de trempe, il a pu obtenir les remarquables effets qu'il a indiqués en comprimant de l'acier solide, au rouge-cerise.

» Mais ce n'est point seulement pour confirmer les résultats annoncés par M. Clémandot que je signale les faits constatés aux forges de Saint-Jacques; on y a fait de nombreux dosages de carbone sur les mêmes aciers *comprimés* et *non comprimés :* or la proportion de *carbone combiné*, par rapport à la teneur totale de ce corps, a toujours été plus forte dans les aciers comprimés que dans les aciers non comprimés.

» Les aciers expérimentés étaient moulés en obus de marine de la forme représentée par la coupe ci-jointe :



» Des obus étaient, sur une même poche d'acier, coulés, les uns *sous pression*, les autres *sans compression;* on faisait, sur l'une et l'autre série, des prises d'essai en quatre points respectivement placés à $0^m,23$, $0^m,43$, $0^m,63$ et $0^m,46$ du culot; puis on dosait dans chaque prise *le carbone combiné* par le procédé *Eggertz* et *le carbone total* par le procédé *Boussingault*.

» Les résultats comparatifs de ces dosages ont été si constants, qu'il suffit de rapporter l'un des tableaux comparatifs ainsi obtenus :

	Obus comprimé.		Obus non comprimé.	
Carbone total (pour 100)......	0,70		0,70	
Carbone combiné en A........	0,60	moyenne : 0,585	0,49	moyenne : 0,490
» B........	0,59		0,50	
» C........	0,55		0,47	
» D........	0,60		0,50	
Carbone libre ou amorphe ou graphitoïde, par différence......	0,115		0,21	

» Ainsi, dans *l'acier comprimé,* c'est-à-dire *durci* ou *trempé* comme il a été constaté ci-dessus, il y a augmentation du carbone combiné et diminution du carbone libre, la teneur totale de carbone restant la même.

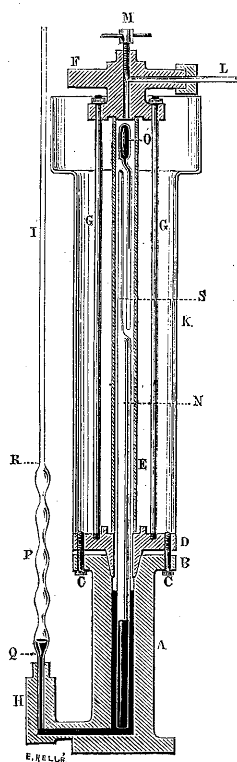
» Or, on sait que l'on obtient des résultats tout semblables à la fois comme *durcissement* ou *trempe* et comme *teneurs relatives* de carbone combiné et de carbone libre, lorsque, prenant certaines fontes ou des aciers très carburés, on les coule en moules métalliques (coquilles) qui les refroidissent rapidement. *La compression produit donc les mêmes effets physiques et chimiques que le refroidissement brusque* sur les fontes et les aciers. »

CHIMIE. — *Sur la composition de l'acide carbonique hydraté.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Pour étudier la solubilité des gaz dans les liquides sous de hautes pressions, j'ai fait construire, chez M. Ducretet, un appareil dans lequel le gaz peut être refroidi à zéro et soumis à la pression de 60^{atm} dans des tubes de diamètre intérieur de 10^{mm} à 12^{mm}. C'est dans cet appareil que j'ai obtenu l'hydrate d'acide carbonique. La description détaillée ne pouvant être comprise dans cette Note, je ne veux qu'indiquer ici, en quelques mots, la disposition que je lui ai donnée pour déterminer la composition de cet hydrate.

» L'appareil représenté par la figure ci-contre se compose de deux parties distinctes qui peuvent être séparées. La partie inférieure consiste en une cuvette à mercure A, en fonte, terminée en haut par une bride B alésée coniquement, et en bas par une tubulure H, dans laquelle on adapte un manomètre à air I. La partie supérieure est terminée en bas par une autre bride D, rodée sur la partie correspondante de la cuvette à mercure, et

dans laquelle elle vient se fixer au moyen de six boulons de serrage C. Un cylindre très résistant en cristal E est fixé entre la bride D et la tubulure F au moyen de trois tiges de serrage G, G. Deux rondelles en cuir servent à faire le joint. M est un robinet à vis servant à interrompre la communication entre l'intérieur de l'appareil et le tube L, qui conduit à une pompe Cailletet. Un récipient K en verre, contenant le mélange réfrigérant, enveloppe le cylindre E. Un récipient pareil enveloppe le manomètre. En introduisant l'eau dans l'appareil par le tube L, on peut exercer la pres-



sion par le mercure sur le gaz et sur le liquide contenus dans le tube eudiométrique N. O est un thermomètre, construit, d'après mes indications, par M. Alvergniat. Son réservoir a une double enveloppe, pour éviter toute influence sensible sur ses indications par les pressions. Il marque la température du milieu ambiant au bout de cinq minutes, et il permet d'apprécier encore $\frac{1}{10}$ de degré. Le manomètre présente cette particularité qu'il a cinq renflements ovoïdes P à sa partie inférieure. Le volume de cette partie est tel, que le manomètre, en permettant de mesurer les pressions

seulement à partir de 13^{atm}, fonctionnait comme un tube de $8^m,383$ de longueur. Grâce à cette sensibilité, j'ai pu apprécier, sous la pression de 16^{atm}, encore 2^{mm} de pression, et comme j'ai pris pour mes expériences 20^{cc} à 24^{cc} du gaz, une quantité de $0^{cc},003$ à $0^{cc},004$ a été encore appréciable.

» Pour faire une analyse, on introduit, à l'aide d'un arrangement particulier, dans la partie supérieure du tube N, une goutte d'eau d'une masse connue. On remplit le tube avec l'acide carbonique, et l'on met le tube dans l'appareil. L'appareil refroidi à $0°$, on comprime le gaz jusqu'à une division S du tube, où son volume V est tel, que le gaz pris sous ce volume à zéro exerce une pression d'environ 16^{atm}. Quand tout est à l'état stationnaire, on détermine exactement, à l'aide du manomètre, cette pression P. Après quoi, en comprimant le gaz jusqu'à 30^{atm} et en le détendant, on convertit toute la masse d'eau en hydrate, et l'on réduit de nouveau le gaz au même volume V. Puisque une quantité de gaz Q est entrée en combinaison avec l'eau, la pression P' que le gaz exerce à présent sera plus faible, et cette quantité Q est donnée par l'équation suivante,

$$Q = V(PK - P'K')$$

où K et K' sont des fonctions de la pression et de la température.

» Si l'acide carbonique se comportait comme un gaz parfait, la valeur de K et K' serait égale à l'unité, et l'équation se réduirait à $Q = V(P - P')$, c'est-à-dire à l'équation dont on se sert en mesurant les gaz sous la pression ordinaire.

» Voici comment j'ai calculé cette fonction. Pour un gaz parfait, on a

$$(\mathrm{I}) \qquad pv = RT,$$

où R est une constante, T la température absolue, p la pression et v le volume. Adoptons pour unité de pression la pression atmosphérique, et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro. Dans ce cas, on a pour l'acide carbonique la formule suivante, qui a été déduite par M. Clausius des expériences de M. Andrews,

$$(\mathrm{II}) \qquad p = \frac{R'T}{v - \alpha} - \frac{c}{T(v + \beta)^2},$$

où p, v et T ont la même signification, et R', c, α et β sont des constantes. On obtient K pour la pression P, en divisant le volume correspondant à cette pression, d'après l'équation (I), par le volume correspondant à la

même pression d'après l'équation (II). K à zéro, par exemple, pour $P = 16^{atm}$, est égal à 1,125; pour 15^{atm}, à 1,1144. La formule de M. Clausius suppose qu'on mesure la pression avec un manomètre à air, en admettant que la loi de Mariotte est strictement exacte pour l'air. A cause de cela, il ne fallait pas faire de corrections à mon manomètre.

» Dans une Note prochaine, je montrerai la relation qui existe entre les lois de solubilité de l'acide carbonique dans l'eau sous de hautes pressions et la formation de l'hydrate.

» Cette explication montrera qu'il est indispensable de prendre pour les analyses des quantités d'eau très petites et que la condition essentielle du succès est d'étendre cette quantité d'eau sur une surface du tube aussi grande que possible. En formant et en dissociant l'hydrate par les changements de la pression, j'ai réussi, dans mes expériences, à étendre une goutte d'eau de $3^{mgr},5$ sur 13^{cq} à 14^{cq}.

» Le Tableau suivant contient le résultat de dix-neuf analyses :

VPK, quantité de gaz en centimètres cubes à 0° et 1^{atm}.	Quantité d'eau en milligrammes.	Q, quantité de gaz entrée en combinaison en centim. cubes à 0° et 1^{atm}.	Pression P' en atmosphères.	Nombre d'équivalents d'eau en combinaison pour $1^{éq}$ de CO^2.
19,9623	3,77	0,5833	15,618	7,992
20,1351	3,987	0,5701	15,734	8,648
20,1495	3,85	0,5406	15,762	8,807
20,0478	4,58	0,6408	15,623	8,817
24,2873	4,06	0,5953	15,741	8,438
24,4729	4,01	0,6456	15,821	7,685
24,0901	2,5	0,4285	15,725	7,215
23,7524	2,5	0,4128	15,526	7,489
23,5524	2,5	0,348	15,457	8,884
23,8001	2,45	0,3763	15,588	8,051
24,1196	2,5	0,4254	15,749	7,267
24,0621	2,5	0,365	15,731	8,47
24,2565	5,0	0,7609	15,616	8,126
24,0708	5,1	0,7948	15,499	7,935
24,0582	5,1	0,8662	15,450	7,281
24,0096	5,1	0,8249	15,453	7,646
23,9291	5,1	0,8165	15,404	7,724
24,1993	4,95	0,7746	15,593	7,902
24,4567	4,95	0,7813	15,731	7,835
			Moyenne.....	8,011

» Il résulte de cela que, à *la température de zéro et sous la pression d'en-*

viron 16^atm, l'acide carbonique hydraté se compose de 1^éq d'acide carbonique et de 8^éq d'eau. »

CHIMIE. — *Sur le bisulfhydrate et le cyanhydrate d'ammoniaque.* Note de M. ISAMBERT, présentée par M. Debray.

« L'étude des résultats numériques des expériences que j'ai fait connaître sur les tensions de vapeur du bisulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un excès de ses éléments, acide sulfhydrique ou gaz ammoniac [1], permet de résumer toutes ces données par une loi simple que l'expérience vérifie d'une manière satisfaisante. L'acide sulfhydrique et le gaz ammoniac exerçant la même pression dans le mélange, qu'ils soient libres ou combinés, les pressions de l'un des gaz sont en raison inverse des pressions de l'autre. Soient P la tension du bisulfhydrate dans le vide, h la pression du gaz introduit en excès et $2x$ la tension de vapeur du sulfhydrate en présence de l'excès h de gaz acide sulfhydrique ou ammoniac, le tout à une même température; on a $\frac{P^2}{4} = (h + x)x$.

» Cette loi apparaît facilement lorsqu'on représente par une courbe les tensions des deux gaz composants qui correspondent aux expériences faites à une même température, les tensions de l'un étant comptées sur l'axe des x, celles de l'autre sur l'axe des y; ces courbes offrent la forme d'hyperboles équilatérales ayant pour asymptotes les axes des coordonnées, ce qui conduit à la formule $xy = m^2$, et si aucun des gaz n'est en excès, $x = y = \frac{P}{2}$, $m^2 = \frac{P^2}{4}$. Cette formule a, du reste, été donnée par M. Horstmann comme devant s'appliquer à la volatilisation de corps formés de volumes égaux des gaz composants, comme le chlorhydrate d'ammoniaque. Quelques nombres pris dans le Tableau de mes expériences, de manière à représenter les observations aux diverses températures, suffiront pour montrer comment la loi se vérifie.

Températures.	I. Tensions de HS en excès.	Tensions de AzH^3 observ.	Tensions de AzH^3 calc.	II. HS en excès.	AzH_3 observé.	AzH_3 calc.	III. AzH^3 en excès.	H^5 observé.	H^5 calc.	IV. AzH^3 en excès.	H^5 observé.	H^5 calc.	V. AzH^3 en excès.	H^5 observé.	H^5 calc.
o	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10,1...	126,6	46,7	48,8	379,1	18,0	21,0	112,0	51,5	51,7	325,5	23,7	24,2	372,8	21,6	21,4
14,4...	119,7	76,2	77,8	375,8	36,1	37,0	105,7	82,2	81,1	322,6	44,8	41,5	370,5	37,8	37,4
16,1...	114,2	91,9	92,7	370,7	45,1	46,0	101,4	96,8	96,8	316,5	55,2	52,1	363,3	48,8	46,4
18,7...	107,3	118,8	120,3	360,2	63,9	64,5	94,5	125,2	124,3	306,2	75,4	72,3	352,6	67,7	65,5
21,8...	97,0	156,0	159,2	342,7	94,1	93,5	86,3	162,3	162,8	290,3	104,8	103,5	333,8	98,6	95,1
24.....	90,2	189,4	196,5	329,7	122,0	121,7	80,4	196,3	198,9	278,4	131,8	134,1	320,3	125,4	123,3

[1] *Comptes rendus*, avril 1881.

» L'accord entre l'expérience et le calcul est aussi complet que possible; les différences ne dépassent pas quelques millimètres, alors que les tensions du sulfhydrate dépassent 200^{mm}.

» J'ai étudié également la vapeur de cyanhydrate d'ammoniaque, formée, comme la vapeur de bisulfhydrate d'ammoniaque, de 4^{vol} d'acide cyanhydrique et 4^{vol} de gaz ammoniac. Après de nombreux essais infructueux, j'ai réussi à préparer ce corps d'une manière commode, que je ferai connaître ailleurs.

» Je réunis dans un Tableau quelques-uns des nombres obtenus pour ce corps :

Température.	Tension de HCy.	Tension de AzH^3HCy.	Tension de AzH^3HCy avec HCy en excès.	Tension de $AzH^3HCy+AzH^3$ en excès.	Tension de AzH^3.	Tension de HCy observé.	Tension de HCy calculé.
7°,4	365,7	176,7	365,7	365,2	327,7	18,7	21,3
9,2	408,5	196,0	410,0	369,8	317,0	26,4	27,8
9,3	»	200,0	»	379,0	329,0	25,0	28,0
9,4	419,3	202,0	423,1	373,4	323,2	25,1	26,9
10,2	426,6	214	428,2	378,4	316,0	31,2	32,8
11,0	»	227,4	»	393,3	323,0	35,1	35,8
11,2	438,8	234,0	»	395,6	320,6	37,5	58,2
11,4	443,2	235,4	443,2	394,4	314,0	40,2	38,8
12,0	458,5	246,2	»	397,8	309,2	44,3	42,9
14,3	»	265,5	»	413,2	308,8	52,2	49,1
14,4	479,9	266,3	»	412,2	307,2	52,5	49,8
15,7	521,0	296,9	»	425,8	294,8	65,4	61,8
15,7	525,5	300,9	»	426,1	295,1	65,5	63,2
15,7	525,5	300,5	526,1	432,2	299,8	66,2	62,6
17,0	549,7	322,4	»	441,1	287,3	76,9	72,2
17,2	»	326,2	»	442,9	286,0	78,4	74,0

» L'examen de ce Tableau montre : 1° que les tensions de l'acide cyanhydrique et du cyanhydrate d'ammoniaque vont en croissant régulièrement avec la température; 2° que les tensions du cyanhydrate en présence d'un excès d'acide cyanhydrique sont les mêmes que celles de l'acide cyanhydrique, ce qui semble confirmer la loi énoncée par MM. Engel et Moitessier. Cette égalité a été vérifiée dans une foule d'autres expériences; nous verrons bientôt comment il convient d'interpréter ce fait. 3° Comme pour le bisulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un excès de gaz ammoniac, les tensions de l'acide cyanhydrique suivent très sensiblement la loi énoncée pour le sulfhydrate $\frac{P^2}{4} = (f + x)x$.

» Mon attention s'est portée particulièrement sur le fait de l'égalité de tension de l'acide cyanhydrique et du cyanhydrate en présence d'un excès d'acide cyanhydrique. Cette égalité peut s'expliquer de deux manières : ou le cyanhydrate d'ammoniaque n'est pas volatil en présence d'acide cyanhydrique à une tension supérieure à la sienne, comme l'admettent MM. Engel et Moitessier pour les cas qu'ils ont étudiés; ou bien la présence du cyanhydrate d'ammoniaque diminue la tension de vapeur de l'acide cyanhydrique, de telle sorte que la somme des tensions est égale à la tension de l'acide cyanhydrique seul. Pour savoir quelle est celle de ces deux hypothèses qu'il convient d'adopter, j'ai laissé séjourner de l'air en présence d'un mélange d'acide cyanhydrique et de cyanhydrate d'ammoniaque, puis, ayant fait passer les gaz dans une éprouvette, j'y ai introduit de l'acide chlorhydrique gazeux. Il se forme immédiatement d'abondantes fumées blanches, puis un dépôt de chlorhydrate d'ammoniaque solide; or il résulte des recherches de M. A. Gautier que l'acide chlorhydrique gazeux n'exerce aucune action sur l'acide cyanhydrique gazeux; la vapeur d'acide cyanhydrique est donc mélangée de vapeur de cyanhydrate d'ammoniaque.

» En poussant l'expérience plus loin, j'ai puisé, pour l'analyser, le gaz d'un de nos tubes barométriques contenant du cyanhydrate avec excès d'acide cyanhydrique.

» La tension commune de l'acide cyanhydrique seul ou en présence du cyanhydrate étant de 414^{mm}, j'ai trouvé que dans le deuxième cas cette pression était due à 354^{mm} d'acide libre et 60^{mm} de cyanhydrate, ou $f = 354$, $x = 30$: le calcul donnerait $x = 35^{mm}$.

» Ainsi, malgré les difficultés et les incertitudes que présente une expérience de ce genre, la loi se vérifie encore assez exactement alors même qu'elle semble en défaut, et il est permis de supposer que, dans les cas où la loi de MM. Engel et Moitessier paraît se vérifier, c'est seulement en vertu d'une compensation de même nature; en tout cas, cet exemple montre que l'analyse seule peut permettre de tirer des conclusions sur ce qui se passe dans un mélange qui contient des vapeurs de nature différente. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur les solutions salines du nickel et des métaux du même groupe.* Note de M. **Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Dans son *Traité de Chimie,* Berzélius ([1]) nous apprend qu'il se forme du sulfure de nickel, en faisant arriver un courant de gaz sulfhydrique dans la solution d'un sel neutre de ce métal, et que, quand la liqueur est devenue acide jusqu'à un certain point, la précipitation s'arrête. Cependant, ajoute-t-il, d'après Gay-Lussac, le nickel est précipité *complètement* si le sel est l'acétate.

» C'est à peu près dans les mêmes termes que Berzélius s'exprime en parlant du cobalt et du zinc, en notant encore que, si l'on opère avec l'acétate de cobalt en solution étendue, la plus grande partie du métal est précipitée. Quant à l'acétate zincique, comme il est décomposable complètement en liqueur acétique, la précipitation du métal est toujours complète dans le cas de ce sel.

» En 1853, Henri Sainte-Claire Deville ([2]), mon regretté maître, reconnaissait qu'une liqueur renfermant un peu d'acide acétique libre avec du cobalt, du nickel et du fer à l'état d'acétates, abandonnait, à la suite d'un traitement prolongé par le gaz sulfhydrique, tout le cobalt, tout le nickel et partie du fer, à l'état de sulfure.

» Malgré l'autorité de ces trois grands noms, on enseigne encore souvent que le nickel, le cobalt, et surtout le fer en liqueur acétique acide, ne se précipitent pas par l'action du gaz sulfhydrique. C'est sur ce fait que repose l'une des méthodes de séparation du zinc d'avec le fer, le nickel et le cobalt : méthode imparfaite, malgré les recherches de Smith, même si la solution est très acide, ainsi que Delfts, en 1860 ([3]), le signalait à nouveau. Berzélius, Gay-Lussac et Henri Sainte-Claire Deville n'ont donc énoncé que des faits absolument exacts.

» Non seulement le nickel et le cobalt, comme le zinc, peuvent être précipités *complètement* de leurs solutions salines, chlorure ou sulfate, mais aussi le fer, partiellement, dans les mêmes conditions

» Le manganèse est, parmi les métaux susceptibles de fournir un sulfure

---

([1]) Édition de 1846, t. II, p. 631.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXXVIII, p. 5.

([3]) *Zeitsch. Chem. Pharm.*, 1860, p. 4.

insoluble, le seul qui ne soit pas précipitable de ses solutions salines, chlorure ou sulfate, par le gaz sulfhydrique; en exceptant, toutefois, l'acétate, qui, comme ceux de cobalt, de nickel et de fer, fournit un précipité de sulfure.

» Il n'est pas étonnant que de nombreuses affirmations, s'excluant réciproquement, aient été avancées sur ces actions de l'hydrogène sulfuré. Chaque expérimentateur se plaçant dans des conditions différentes, les conclusions, tout en pouvant être exactes, ne l'étaient que pour le cas particulier où l'on s'était placé.

» En effet, les résultats varient suivant l'état de dilution de la liqueur, sel neutre et eau; suivant la nature de l'acide du sel; suivant les rapports de poids de l'acide et de la base, et ceux de l'acide libre et de l'eau; suivant l'état de saturation par l'hydrogène sulfuré; et d'autres conditions, parmi lesquelles il faut noter surtout la température et la durée des expériences.

» Pour l'étude de ces actions, il était donc important de se placer dans des conditions bien définies. Aussi ai-je opéré dans des matras avec un volume d'eau connu, saturant toujours à 0°, avec le gaz sulfhydrique, partie ou totalité du liquide, et n'adoptant comme fermeture que le scellement à la lampe, la seule parfaite pour des expériences comparatives.

» Il va de soi que le poids du sel employé, celui de l'acide libre, la température et la durée d'action étaient aussi notés.

» C'est ainsi que, par la comparaison des résultats obtenus avec chaque métal séparément, et dans des conditions variées, mais toujours connues, j'ai pu déterminer les conditions analytiques et docimasiques, que des expériences de contrôle sur des mélanges de composition déterminée ont toujours confirmées.

» Je demanderai donc à l'Académie de lui exposer sommairement les principales observations de ces premières études, et je commencerai par le nickel, me bornant aujourd'hui, pour mettre en évidence la variabilité des résultats suivant les conditions d'expérience, à l'exposé de deux observations faites sur l'acétate de nickel en liqueur acétique.

» 1° A $0^{gr},2284$ d'acétate neutre de nickel (obtenu par double décomposition de $0^{gr},200$ de sulfate neutre et anhydre NiO, SO^3 et un volume déterminé d'acétate d'ammoniaque en liqueur titrée) on ajoute $9^{gr},29$ d'acide acétique monohydraté, soit soixante fois le poids de l'acide du sel.

» 2° A $1^{gr},256$ du même acétate, correspondant à $1^{gr},100$ de sulfate anhydre NiO, SO^3, on ajoute $17^{gr},03$ d'acide acétique monohydraté, soit vingt fois le poids de l'acide du sel.

» Dans les deux matras, on ajoute de l'eau pour obtenir le même volume, soit 140^{cc}, on sature à 0° par l'hydrogène sulfuré, et les deux matras scellés sont abandonnés à la température ambiante; en le cas, de $+12^o$ à $+16^o$.

» Tandis que dans le matras n° 1 n'apparaît aucun précipité, même après vingt-quatre heures, dans le matras n° 2, c'est-à-dire renfermant le plus grand poids d'acide ($17^{gr},03$) libre pour le même poids d'eau, le précipité de sulfure de nickel est déjà notable au bout d'une heure, et il va en augmentant. La liqueur, verte à l'origine, est incolore vingt-quatre heures après.

» Le sulfure formé est de texture cristalline. Par oxydation, il donne $1^{gr},087$ de sulfate de nickel, et le dosage du sel non précipité donne, comme sulfate, $0^{gr},0115$, soit une erreur de $\frac{1}{800}$.

» Dans le matras n° 1, il n'apparaît qu'après deux ou trois jours une ou deux particules cristallines, formant l'origine de cristaux de sulfure de nickel, qui grossissent lentement en se nourrissant aux dépens du nickel de la solution, qui se précipite peu à peu.

» L'influence du rapport des poids de l'acide acétique et de l'oxyde de nickel est donc mise nettement en évidence dans l'expérience précédente, et l'on comprend, d'après ces résultats, confirmés par plusieurs essais, que les analystes, dans la séparation du zinc et du nickel par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les acétates en liqueur acide, aient besoin, pour le succès de l'opération, de tenir compte non seulement de l'acidité relative de la liqueur, mais des rapports de poids de l'acide acétique libre et de l'oxyde de nickel, la proportion d'acide libre devant être d'autant plus grande que le mélange des deux oxydes contient plus de nickel. »

CHIMIE. — *Sur les chlorures de zinc ammoniacaux*. Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« J'ai été conduit à étudier les combinaisons du chlorure de zinc avec l'ammoniaque et le chlorhydrate d'ammoniaque, parce que la plupart de ces composés sont détruits par l'eau avec formation d'oxychlorures.

» Je vais d'abord donner la chaleur de formation de deux de ces composés déjà décrits :

» En faisant passer un courant de gaz ammoniac dans du chlorure de zinc dissous à froid dans de l'ammoniaque concentrée, et chauffant ensuite jusqu'à la disparition du précipité cristallin, on obtient, au bout de vingt-

quatre heures, de gros cristaux octaédriques signalés par Divers (*Jahresb.* 1868, p. 239), et auxquels ce savant donne la formule $5AzH^3, 2ZnCl, 2HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Chlore	29,71	29,70

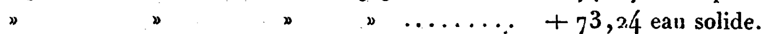
» Très solubles dans une petite quantité d'eau, ces cristaux sont décomposés à mesure qu'on en ajoute un excès : il se forme alors un volumineux précipité blanc. Ils s'altèrent promptement à l'air, deviennent opaques en dégageant du gaz ammoniac.

» Dissous dans l'acide chlorhydrique étendu, ce composé a donné :


$5AzH^3, 2ZnCl, 2HO + 5HCl$ étendu dégage........ $+46^{Cal},9$

d'où :


$5AzH^3$ gaz $+ 2ZnCl$ solide $+ 2HO$ dégage......... $+74,67$ eau liquide.


» » » » .... $+73,24$ eau solide.

» Un autre composé, préparé comme l'a indiqué Kane, en faisant passer un courant de gaz ammoniac dans une solution de chlorure de zinc chaude et concentrée jusqu'à redissolution du précipité d'abord formé, et auquel j'attribuerai la formule $4ZnCl, 4AzH^3HO$:

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	78,20	77,92
AzH^3	19,10	19,48

a donné, dissous dans l'acide chlorhydrique étendu :


$4ZnCl, 4AzH^3HO + 4HCl$ étendu, dégage........ $+27^{Cal},5$

d'où


$4ZnCl$ solide $+ 4AzH^3$ gaz $+ HO$ dégage......... $+88,08$ eau liquide.


» » » » .... $+87,37$ eau solide.

» Ce corps est également décomposé par l'eau.

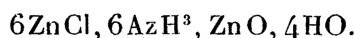
» Il est presque identique à deux composés que j'ai obtenus en dissolvant jusqu'à refus, dans une solution concentrée et bouillante de sel ammoniac, de l'oxyde de zinc précipité. Une portion de la liqueur filtrée a été évaporée de moitié. Les cristaux formés alors ont pour composition $2ZnCl, 2AzH^3HO$.

	Trouvé.	Calculé.
AzH^3	18,88	18,99
ZnCl	75,96	75,98

» Une autre portion abandonnée à elle-même laisse déposer des cristaux dont la composition est identique à celle de ceux que l'on obtient en dissolvant lentement, vers 70°, de l'oxyde de zinc dans du sel ammoniac. Leur formule est $5ZnCl, 5AzH^3, 2HO$.

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
ZnCl	76,75	76,90	76,77
AzH^3	19,18	19,03	19,05

» Lorsqu'on dissout du chlorure de zinc anhydre dans l'ammoniaque pure et concentrée, sans refroidir celle-ci, la masse s'échauffe jusqu'à l'ébullition, et, si l'on concentre la liqueur claire, il se fait un abondant précipité cristallin, paraissant répondre à la formule

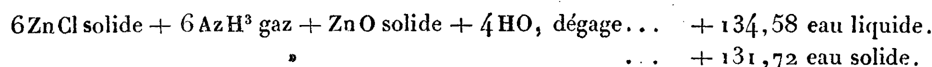

$$6ZnCl, 6AzH^3, ZnO, 4HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	69,62	69,57
AzH^3	17,46	17,39
ZnO	6,71	6,90

» On a, pour sa chaleur de formation,


$6ZnCl, 6AzH^3, ZnO, 4HO + 7HCl$ étendu, dégage .... $+ 47^{Cal},82$

d'où


$6ZnCl$ solide $+ 6AzH^3$ gaz $+ ZnO$ solide $+ 4HO$, dégage ... $+ 134,58$ eau liquide.
» ... $+ 131,72$ eau solide.

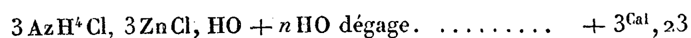
» D'après la chaleur dégagée par le composé $4ZnCl, 4AzH^3HO$, on voit que l'union de $6ZnCl, 6AzH^3, 3HO$ avec ZnO, HO dégage environ $+ 2^{Cal}$.

» Lorsqu'on évapore une solution contenant 2 parties de chlorure de zinc et une partie de sel ammoniac, il se dépose de grandes lamelles très solubles dans l'eau, ne précipitant pas par un excès de ce réactif et analogues à celles décrites par Pierre, Marignac et Rammelsberg.

» Ce composé a pour formule $3ZnCl, 3AzH^4Cl, HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl	57,01	57,02
Zn	26,30	26,10
AzH^3	13,57	13,65

Dissous dans l'eau, il a donné


$3AzH^4Cl, 3ZnCl, HO + nHO$ dégage. .... $+ 3^{Cal},23$

Or, on a

$3(ZnCl + nHO)$ dégage	$+23^{Cal},4$
$3(AzH^4Cl + nHO)$ dégage	-12
$3AzH^4Cl, nHO + 3ZnCl, nHO$	$+0,22$

» On a donc, pour la chaleur de formation x,

$$x = +23^{Cal},4 - 12^{Cal} + 0^{Cal},22 - 3^{Cal},23 = +8^{Cal},39 \text{ eau liquide.}$$
$$\text{»} \qquad \text{»} \qquad +7^{Cal},68 \text{ eau solide.}$$

» En chauffant une solution de chlorure de zinc avec de l'oxyde et versant à l'ébullition du chlorhydrate d'ammoniaque jusqu'à ce que la liqueur devienne claire, il se fait après filtration et par refroidissement du liquide un oxychlorure en poudre fine que je décrirai prochainement. Les eaux mères, séparées de ce corps et concentrées de moitié, ont donné un sel bien cristallisé, dont la formule paraît être $2ZnCl, 4AzH^4Cl, ZnO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl	54,51	54,54
AzH^3	17,40	17,41
ZnO	10,06	10,37

Sa chaleur de formation est la suivante :

$2ZnCl, 4AzH^4Cl, ZnO + HCl$ étendu, dégage .... $+4^{Cal},76$

d'où

$2ZnCl$ solide $+ 4AzH^4Cl$ solide $+ ZnO$ solide, dégage ...... $+3^{Cal},24$

» J'ai encore obtenu un autre composé par évaporation des eaux mères du précédent : $3ZnCl, 5AzH^4Cl, ZnO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl	55,37	55,46
AzH^3	16,91	16,60
ZnO	7,97	7,91

On a, pour sa chaleur de formation,

$3ZnCl, 5AzH^4Cl, ZnO + HCl$ étendu, dégage .... $+8^{Cal},09$

d'où

$3ZnCl$ solide $+ 5AzH^4Cl$ solide $+ ZnO$ solide, dégage ...... $+3^{Cal},71$

» Ce corps est, comme le précédent, décomposable par l'eau.

» J'étudierai prochainement les oxychlorures de zinc [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

CHIMIE. — *Sur l'hydrate d'hydrogène sulfuré.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« Wœhler, en 1840 [1], a signalé l'existence d'un hydrate d'hydrogène sulfuré, obtenu en enfermant, dans des tubes de verre très résistants, du persulfure d'hydrogène et de l'eau; le composé cristallisé qui prend ainsi naissance se formerait sous une pression de 17^{atm} à la température ordinaire, et se détruirait à + 30°.

» J'ai répété ces expériences avec l'appareil de M. Cailletet; l'hydrogène sulfuré gazeux était introduit avec un peu d'eau dans le tube à compression; je pouvais ainsi mesurer, à chaque instant, les pressions sous lesquelles les cristaux commencent à se former et à se détruire, et les températures correspondantes. J'ai obtenu les nombres suivants :

Températures.	Pressions (en atmosphères).
+ 0°,5	1,1
+ 2°	1,4
+ 5°	1,7
+ 9°	2,5
+ 11°,8	3,5
+ 14°,5	4,25
+ 17°,5	5,8
+ 19°,8	7,1
+ 23°	9,2
+ 25°	11
+ 28°,5	16

A + 29° les cristaux se détruisent sous une pression de 23^{atm}; à + 30° ils se décomposent à 50^{atm}. Ces nombres paraissent indépendants des proportions relatives d'eau et d'hydrogène sulfuré.

» Il résulte de ces expériences que l'hydrate d'hydrogène sulfuré se détruit à partir de + 29° ou + 30°, même sous une pression considérable; d'ailleurs, lorsqu'on dépasse 23^{atm}, à cette température, le gaz disparaît entièrement, et le tube ne contient plus que deux liquides, qui ne se mélangent pas, et qui peuvent être comprimés très fortement sans se combiner. Cet hydrate n'a donc pas de point de fusion proprement dit, mais une sorte de *point critique de décomposition* situé à + 30°.

---

[1] *Ann. Ch. Pharm.*, t. XXXIII, p. 125, et t. LXXXV, p. 376.

» On remarque, d'autre part, qu'à des températures comprises entre 0° et + 25°, la pression nécessaire pour faire naître le composé est relativement très faible, et bien inférieure à la tension de l'hydrogène sulfuré liquide. A 0° elle surpasse à peine 1^{atm}.

» L'hydrate d'hydrogène sulfuré est donc plus stable que beaucoup de composés semblables, obtenus dans les mêmes conditions avec d'autres gaz; aussi peut-on en préparer de grandes quantités et l'enfermer dans des tubes scellés à la lampe. Je m'occupe actuellement d'en déterminer la composition. D'après mes premiers essais, celle-ci serait voisine de HS + 15 HO, mais il est difficile d'éviter un excès d'eau dans des composés si instables [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la quinine.* Lettre de M. **E.-J. Maumené** à M. le Président.

« La découverte de H^2Az vient de me fournir le moyen de réaliser une synthèse désirée par tous les chimistes et objet d'un prix proposé par la Société d'encouragement : cette synthèse est celle de la quinine.

» Je communiquerais de suite à l'Académie les détails de l'opération très simple dans laquelle H^2Az fournit du sulfate de quinine très pur, si je ne devais soumettre aux épreuves médicales ce sulfate, dont toutes les propriétés sont identiques à celles du sulfate préparé avec le quinquina.

» L'Académie, en acceptant le dépôt du paquet cacheté joint à cette lettre, me donnera la liberté de consacrer aux études thérapeutiques le temps nécessaire : je lui en serai reconnaissant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitrique fumant, et action de l'acide chlorhydrique sur la pilocarpine.* Note de M. **P. Chastaing**, présentée par M. Chatin.

« *Action de l'acide azotique fumant.* — Lorsqu'on fait agir l'acide azotique fumant sur la pilocarpine, et qu'après avoir évaporé l'acide on reprend par l'eau, on obtient facilement de beaux cristaux; mais, si les produits de cristallisation proviennent de différentes attaques avec l'acide azotique, ils contiennent des quantités de carbone variables.

» Il n'en est pas de même des précipités obtenus avec le chlorure de

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

platine; car, par incinération, ils laissent des quantités de platine à peu près constantes, bien que provenant de corps de compositions différentes. Cependant, en traitant la pilocarpine par une très grande quantité d'acide fumant, il en résulte un produit dont la formule concorde avec celle qui a été attribuée par Parodi à la jaborandine. L'alcaloïde extrait par Parodi d'un faux jaborandi aurait pour formule $C^{20}H^{12}Az^{2}O^{6}$, dont le poids moléculaire est le même que celui de la pilocarpine. Dès lors, les différents résultats donnés par l'analyse deviennent explicables, tant pour le dosage du carbone et de l'hydrogène que pour celui du platine, une quantité insuffisante d'acide azotique donnant les mélanges de pilocarpine et de jaborandine, dont les chloroplatinates ont le même poids moléculaire.

» La transformation de la pilocarpine en jaborandine a été obtenue dans les conditions suivantes :

» 3^gr d'azotate de pilocarpine furent traités en plusieurs fois par plus de 900^cc d'acide fumant. Après évaporation de l'acide, le résidu fut repris par l'eau et amené à cristallisation. Les cristallisations furent fractionnées.

» Les derniers liquides cristallisent mal, parce qu'ils contiennent une faible quantité d'un corps incristallisable.

» Les cristaux impurs donnèrent un chloroplatinate contenant 23,75; 23,78; 23,83 de platine, la formule de la pilocarpine ou celle de la jaborandine exigeant, d'après le calcul, 23,97 pour 100.

» Des cristaux, aussi purs qu'il a été possible de les obtenir, donnèrent un chloroplatinate contenant 23,99; 24,00; 23,98 pour 100 de platine. Le poids moléculaire de la substance formée est donc le même que celui de la pilocarpine.

» L'analyse montre que l'acide azotique fumant a transformé la pilocarpine en *azotate de jaborandine* $C^{20}H^{12}Az^{2}O^{6}, AzHO^{6}$.

	Calculé.	Trouvé.			
C	44,28	44,15	44,29	44,25	44,23
H	4,79	5,01	5,18	4,90	4,92
Az	15,49	»	»	15,60	»

» Le chloroplatinate est $C^{20}H^{12}Az^{2}O^{6}, HClPtCl^{2}$ (¹).

	Calculé.	Trouvé.		
C	28,91	29,04	»	»
H	3,12	3,07	»	»
Pt	23,97	23,98	23,97	23,98
Cl	25,66	»	25,57	»

» L'acide azotique fumant transforme donc la pilocarpine en jaboran-

(¹) Pt = 99,50.

dine. Cette transformation s'accompagne de la production d'une petite quantité d'un autre corps, vraisemblablement de jaborine.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — Voici les résultats obtenus avec l'acide chlorhydrique :

» 3^{gr} de pilocarpine furent traités par 700^{cc} d'acide chlorhydrique. Après évaporation de l'acide, on obtint de très grands cristaux, plats, mélangés à un liquide incristallisable.

» Ces cristaux furent séparés, séchés et analysés. Leur composition est celle du chlorhydrate de jaborandine.

» Le *chloroplatinate* a la composition du chloroplatinate de jaborandine.

	Calculé.	Trouvé.	
C	28,91	29,04	29,10
H	3,12	3,25	3,07
Pt	23,97	23,98	»
Cl	25,66	25,70	»

» Il y a donc eu, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, à 100°, formation de jaborandine; mais cette base n'est pas la seule qui se forme dans ces conditions : elle est accompagnée de jaborine, base en laquelle, d'après les observations de MM. Meyer et Harnach, se transforme facilement la pilocarpine, en vase clos, sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

» La jaborine et la pilocarpine ayant toutes deux le même poids moléculaire et la même formule $C^{22}H^{16}Az^2O^4$, la jaborandine aurait aussi le même poids moléculaire et la formule $C^{20}H^{12}Az^2O^6$. La jaborandine se produit facilement par action d'une grande quantité d'acide azotique fumant sur la pilocarpine, et en petite quantité par action de l'acide chlorhydrique en présence de l'oxygène de l'air. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les microzymas gastriques et la pepsine. Remarques sur la Note de M.* A. Gautier *du* 6 *mars dernier.* Note de M. **A. Béchamp.**

« Je prie l'Académie de me permettre de présenter quelques observations au sujet de la Note que M. Gautier a publiée à l'occasion de ma première Communication sur les microzymas gastriques. Ces observations sont nécessaires, pour ne pas laisser accréditer des idées erronées, concernant la manière d'être des microzymas en général et des microzymas gastriques en particulier.

» Le titre du travail de M. Gautier : *Sur les modifications soluble et inso-*

luble du ferment de la digestion gastrique, en résume toute l'économie; et dans la conclusion qui termine sa Communication, la même préoccupation se trahit; les particules sur lesquelles il a expérimenté « représentent, dit- » il, un état transitoire de la pepsine », et l'auteur ajoute qu'il a « la preuve » que cette pepsine insoluble se transforme lentement dans l'eau pure » en pepsine soluble. »

» Je néglige à dessein la question posée par M. Gautier, de savoir si j'ai opéré sur des matières solubles du suc gastrique. Les matières organiques actives du suc gastrique sont incontestablement solubles. J'ai pris les pouvoirs rotatoires de plus de cent échantillons de suc gastrique physiologique de chien, ainsi que des produits organiques que j'en ai isolés; or une substance dont on peut prendre le pouvoir rotatoire est nécessairement soluble [1].

» Mais je dois donner la plus grande attention à l'affirmation qu'il existe une pepsine insoluble, qui, d'elle-même, devient soluble.

» Je ne connais pas assez les produits sur lesquels M. Gautier a opéré; mais supposons que ses particules microscopiques sont des microzymas accidentellement contenus dans une pepsine commerciale (la supposition n'a rien que de naturel, puisque c'est à l'occasion de ma Note qu'il a écrit la sienne). Or, conformément à toutes mes précédentes Communications, un microzyma est quelque chose d'organisé, de structuré, constitué comme une cellule : un contenant renfermant un contenu. Et je supplie l'Académie de me laisser dire que cela est généralement admis; en effet, depuis que j'écris sur les microzymas, on les découvre de tous les côtés; en Allemagne, peut-être pour dissimuler leur origine française, on les a nommés *micrococcus,* et des Français les admettent sous ce nom et ne savent pas qu'il ne vaut rien et prête à confusion.

» Les microzymas sont donc organisés; ils sont donc insolubles par essence, car organisation et solubilité sont termes contradictoires : on ne peut pas dire qu'un être organisé est soluble, volatil. Mais ce n'est pas tout. Pour faire comprendre ma pensée, je dois ajouter qu'il résulte d'un grand nombre de mes Communications antérieures, confirmées par beaucoup d'observateurs, notamment par MM. Nencki et Giacosa, que les microzymas sont susceptibles, dans des conditions déterminées, de produire par évolu-

---

(1) J'ai également pris les pouvoirs rotatoires de pepsines du commerce très actives : il est difficile d'en trouver deux qui aient le même pouvoir rotatoire; ce sont des produits de composition très variable.

tion des vibrioniens, en passant par l'état de microzymas associés, depuis le microzyma articulé en 8 de chiffre jusqu'aux chapelets de 3 à 20 grains, etc., ce dont on a fait des genres sous le nom de *torula*. C'est de cet ensemble histologique qu'était résulté pour moi, il y a plus de quinze ans, la notion d'organisation et de structure du microzyma. Ajoutez que, morphologiquement identiques, et de la dernière des grandeurs observables aux plus forts grossissements des microscopes, ils sont divers de fonction dans différents centres d'organisation (foie, rein, pancréas, glandes gastriques, etc.,) et produisent des bactéries à même les tissus, et vous aurez une idée de l'importance que présente l'étude de ces petits êtres, dont la grandeur est telle, qu'il en faut, de certains d'entre eux, plus de quinze milliards pour remplir le volume d'un millimètre cube.

» Cela posé, un microzyma gastrique ne peut donc pas être quelque chose d'insoluble qui se transformerait lentement en pepsine soluble; mais c'est un organisme qui, malgré son extrême petitesse, produit la pepsine par un phénomène chimique, sans doute, mais d'ordre vital. Ce microzyma (si l'on peut comparer des objets en apparence si dissemblables et de dimensions si différentes) produit et contient la pepsine, comme le foie produit et contient la bile, le glucose, etc., ou mieux, pour préciser davantage, comme certaines moisissures produisent et contiennent le *ferment soluble* qui intervertit le sucre de canne, ferment soluble que j'ai appelé *zythozymase* et que l'on appelle aussi le *ferment inversif*. Je m'explique; autrefois, j'ai distingué deux fonctions dans certaines moisissures : celle d'intervertir le sucre de canne et celle de produire, avec le glucose, l'alcool, l'acide acétique, etc. Ce pouvoir intervertissant, elles le doivent à l'agent soluble que j'ai comparé à la diastase et à l'occasion de la découverte duquel j'ai formé le mot de *zymase*. Eh bien, comme les moisissures, la levure produit sa zymase, à l'aide des matériaux ambiants qui ne la contiennent pas, par un acte de nutrition semblable à celui par lequel elle forme, avec le glucose, l'alcool et les autres produits de la fermentation alcoolique. Et j'ai prouvé ailleurs que la zythozymase se trouvait parmi les matériaux que la levure désassimile pendant qu'elle fait fermenter le sucre, aussi bien que quand on la fait infuser dans l'eau.

» Il faut bien distinguer les deux fonctions de la levure. L'interversion, M. Berthelot l'a démontré comme moi, peut donc avoir lieu sans que la levure soit présente, tandis que sa présence est nécessaire pour la former, pour la sécréter, autant qu'elle est nécessaire pour former et sécréter l'alcool, l'acide acétique, la glycérine, etc.

» Il n'en est pas autrement des microzymas gastriques. La pepsine se forme en eux, elle est sécrétée par eux, et, comme eux, cette pepsine ne manifeste son activité chimique sur les matières albuminoïdes que dans un milieu convenablement acidulé.

» Bref, si les particules de M. Gautier sont réellement des microzymas (je discuterai plus tard son hypothèse protoplasmique), ils devront sécréter leur zymase sans se dissoudre, de même que la levure ne se dissout pas en sécrétant la sienne; les choses devront se passer comme dans ma seconde Lettre à M. Dumas, où les microzymas des glandes gastriques traitées par l'acide chlorhydrique étendu, sans se dissoudre, ont sécrété leur zymase et fourni une solution qui a dissous et digéré des matières albuminoïdes, comme le suc gastrique physiologique. S'il en était autrement, M. Gautier aurait fait une découverte intéressante, mais qui n'aurait rien de commun avec la théorie du microzyma.

» La place ne me permet pas de dire mon sentiment sur la digestibilité de la fibrine *impressionnée* par une solution de pepsine, dont parle M. Gautier. Dans un prochain travail sur la fibrine, je rappellerai une expérience, qui est consignée dans mon Mémoire sur les matières albuminoïdes, par laquelle je prouve que l'acide chlorhydrique seul, sans aucune addition, produit avec la fibrine des corps dont les propriétés sont voisines, sinon identiques, avec ce que l'on appelle *peptones*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence de produits analogues aux ptomaïnes dans les digestions gastriques et pancréatiques de plusieurs matières albuminoïdes*. Note de M. **J. Béchamp**.

« Dernièrement, à propos d'un empoisonnement supposé par la viande de porc, j'ai été amené à rechercher les ptomaïnes dans la matière suspecte. Le produit, isolé par la méthode de Stas, possédait tous les caractères des ptomaïnes, mais était absolument inoffensif pour la grenouille.

» Très étonné de son innocuité, je me suis demandé si d'autres substances ne jouiraient pas des propriétés des ptomaïnes à l'égard des réactifs généraux des alcaloïdes, et notamment du cyanure rouge. Il est résulté de mes observations que les albuminoses, c'est-à-dire les produits de la digestion et quelques produits normaux de l'organisme, sont dans ce cas. L'importance du problème au point de vue toxicologique est considérable, autant qu'est intéressante la question au point de vue de l'histoire des matières albuminoïdes.

» I. *Certains produitsn ormaux de l'organisme, des matières albuminoïdes normales même, possèdent certains caractères des ptomaïnes.* — 1° Un suc gastrique de chien, pouvoir rotatoire $[\alpha]_j$ 79°,8 ↘, se trouva précipitant : par l'iodomercurate de potasse, par l'iodure ioduré de potassium, par le bichlorure de platine; il réduisait instantanément le cyanure rouge, si bien que, par l'addition du perchlorure de fer, le précipité bleu se formait aussitôt.

» 2° Un autre suc gastrique de chien, exactement saturé par le carbonate d'ammoniaque, est précipité par un excès d'alcool. Le précipité est séparé par le filtre et la solution alcoolique est distillée. Le résidu de la distillation, convenablement concentré, précipite encore par tous les réactifs indiqués et réduit instantanément le cyanure rouge.

» 3° Beaucoup de matières albuminoïdes, même insolubles, réduisent le cyanure rouge.

» II. *Les produits digérés (gastriques ou pancréatiques) de toutes les matières albuminoïdes jouissent de certains caractères des ptomaïnes.* — Ils manifestent d'autant mieux ces propriétés que la matière est plus soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther :

» 1° Digestion pancréatique de musculine. Le produit, soluble dans l'alcool à 95° C., a pour pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = 26°, 3$ ↘. Il précipite par l'iodomercurate, par l'iodure ioduré et par le bichlorure de platine, et réduit instantanément le cyanure rouge.

» 2° Digestion gastrique de fibrinine. Le produit, qui est soluble dans l'alcool à 95° C., se comporte de la même manière que le précédent.

» 3° Produit de la digestion pancréatique de fibrinine, insoluble dans l'alcool à 95° C. Il réduit le cyanure rouge, mais le produit de la réaction verdit seulement après l'addition de la solution de perchlorure de fer.

» 4° Divers produits de digestion, tant gastriques que pancréatiques, ou le produit total de ces digestions, ont été traités par la méthode de Stas pour la recherche des alcaloïdes. Voici le tableau des résultats :

Produits solubles dans l'alcool à 95° C., saturés par le bicarbonate de potasse et repris par l'éther, provenant de :	Action des trois réactifs et du cyanure rouge sur le résidu de la distillation de l'éther :
La musculine (pancréatique) La fibrinine » La caséine » Le cartilage costal » La fibrinine (gastrique).	Précipitent par l'iodomercurate, par l'iodure ioduré et par le bichlorure de platine. Réduisent instantanément le cyanure rouge.

» III. Enfin, pour étudier de plus près le phénomène, j'ai fait agir la pancréazymase et le suc gastrique sur une fibrine de même origine et j'ai traité directement les produits de ces digestions par la méthode de Stas. Voici le détail de ces expériences :

» 1° A 500gr de fibrine fraîche, on ajoute 15gr de pancréazymase dissoute dans 200cc d'eau ; on met à l'étuve à 35°. Dissolution complète en quatre heures. La masse est immédiatement portée au bain-marie : légère coagulation. On filtre, on évapore : le produit cristallise. Il est absolument neutre. On le reprend par l'éther, et l'éther décanté est distillé. Le résidu est repris par l'eau. Il est alcalin. Il précipite par les trois réactifs employés et réduit instantanément le cyanure rouge. Trois gouttes du produit sont additionnées de deux gouttes d'acide sulfurique au centième ; on chauffe très légèrement pour concentrer l'acide : magnifique coloration carmin. La vératrine, traitée exactement de même, se comporte de la même façon. Mais, tandis que la coloration produite avec la substance digérée persiste quarante-huit heures, celle de la vératrine disparaît en huit heures. Le produit isolé est inoffensif pour la grenouille.

» 2° A 100gr de fibrine fraîche, on ajoute 50cc de suc gastrique frais de chien. On met à l'étuve et on arrête la digestion avant que la fibrine soit totalement dissoute. J'ai évité ainsi les altérations possibles dans les digestions de longue durée. Après saturation par le bicarbonate de potasse, le produit est repris par l'éther. Le résidu de l'évaporation de l'éther, dissous dans l'eau, est alcalin, précipite par les trois réactifs et réduit instantanément le cyanure rouge. Quelques gouttes, saturées par l'acide sulfurique au centième et chauffées légèrement, se colorent en rouge très beau, passant rapidement au violet, et puis se décolorent. C'est un des caractères de la curarine. Mais, tandis que la curarine est colorée en pourpre par l'acide nitrique, le produit digéré est coloré en jaune par cet acide. La substance isolée est inoffensive pour la grenouille.

» En résumé, il résulte de ces recherches que certaines matières albuminoïdes jouissent de certaines propriétés des ptomaïnes; que, dans les digestions pancréatiques et gastriques normales, il se forme des substances qui possèdent les caractères des ptomaïnes, et qui se rapprochent beaucoup, par leurs réactions chimiques, de certains alcaloïdes très vénéneux. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Digestion des matières grasses et cellulosiques.* Note de M. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Claude Bernard a démontré, de la façon la plus irrécusable, que le pancréas émulsionne les matières grasses; mais il a attribué cette propriété à l'existence dans le suc pancréatique d'une diastase émulsive, analogue à celles qui servent à liquéfier l'amidon et les aliments azotés, et digestive au même titre qu'elles. C'est sur l'exactitude de cette interprétation qu'on a, je crois, le droit d'élever quelques doutes.

» Dans un Mémoire déjà ancien ([1]), j'ai montré que la puissance émulsive pouvait être communiquée à un liquide par des procédés très divers, et ne dépendait que de certaines conditions physiques à remplir par les deux corps que l'on met en émulsion l'un par l'autre. La condition principale est que les constantes capillaires, les tensions superficielles des deux liquides soient égales ou voisines. A un rang secondaire, interviennent : l'égalité des densités qui, maintenant séparés les globules de la matière grasse, donne de la stabilité à l'émulsion une fois produite; la viscosité du liquide émulsif qui retarde l'ascension des corps gras; enfin, l'existence, chez ce même liquide émulsif, de cette propriété, certainement physique, bien que mal connue dans son essence, qui lui permet de devenir mousseux par l'agitation ou de se gonfler en bulles persistantes. Le concours de ces quatre conditions n'est pas indispensable, et lorsqu'une d'elles manque, l'émulsion est moins parfaite, mais peut encore être durable.

» Or il se trouve que, sauf l'égalité des densités, le suc pancréatique les réalise toutes, et en particulier la plus importante, celle qui est relative à l'identité des tensions superficielles. Ce suc est le plus alcalin des liquides de l'organisme. Aussitôt mis au contact d'une matière grasse, il la saponifie, faiblement il est vrai; mais la plus petite quantité de savon formée suffit, comme je l'ai montré dans le travail cité plus haut, à diminuer dans une proportion notable la tension superficielle du liquide émulsionnant et à l'amener au niveau de celle des matières grasses. On peut, en ajoutant à de l'eau distillée une quantité de soude libre pareille à celle qu'on trouve dans le suc pancréatique, en faire un liquide émulsif aussi parfait que le suc lui-même.

([1]) *Sur la tension superficielle des liquides* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, 1870).

» Il est vrai que Cl. Bernard, à qui cette action de l'alcalinité du liquide n'avait pas échappé, affirme que la propriété émulsive du suc résiste à sa saturation. Il serait plus juste de dire qu'elle persiste, mais considérablement affaiblie, parce que la saturation n'a pas atteint et a même plutôt augmenté la viscosité et le caractère mousseux et bulleux du suc pancréatique.

» Si, aux faits que nous venons d'énumérer, on ajoute ceux-ci : que l'émulsion par le suc pancréatique est instantanée et complète dès les premiers moments, tandis que l'action des diastases est toujours lente et graduelle, que l'émulsion se fait avec la même facilité à toutes les températures, tandis que les diastases sont presque inertes au-dessous de 15°, enfin qu'une foule de substances qui paralysent les effets des autres diastases sont sans action sur la prétendue diastase émulsive, on sera disposé à rayer celle-ci du nombre de celles qui entrent en jeu dans l'organisme et à regarder l'émulsion comme un phénomène à peu près exclusivement physique.

» Cette conclusion, qui sépare l'émulsion des corps gras de la digestion diastasique des aliments azotés, féculents ou sucrés, est corroborée par ce fait, que les corps gras peuvent être introduits directement dans le sang de la circulation générale, tandis que le sucre et l'albumine, dans les mêmes conditions, sont éliminés par les urines. Le sucre et l'albumine absorbés dans le canal digestif ont besoin, pour être acceptés par l'organisme, de subir un passage au travers du foie par le système de la veine-porte. Les corps gras, au contraire, sont déversés directement dans la circulation par les chylifères chez les animaux mammifères, et, chez les autres vertébrés, le système de Jacobson leur permet de ne pas traverser le foie, où leur passage est inutile et où, d'après Magendie, il ne serait pas sans inconvénient.

» A l'inverse de ce qui a lieu pour les matières grasses, les matières cellulosiques, si elles sont alimentaires, ont certainement besoin de subir une dissolution préalable dans le tube digestif, sans qu'on sache bien où cette dissolution s'opère. Je me suis assuré que les diastases de l'estomac, et même celles du pancréas, qu'à raison de leur action sur l'amidon on pourrait supposer plus puissantes que les autres, étaient incapables de transformer la cellulose. Je ne parle pas des diastases des sucs intestinaux. Toutes les propriétés qu'on leur a attribuées n'ayant jamais été observées qu'avec le concours des microbes ferments, il n'y a jusqu'ici aucune raison de croire à leur existence.

» On a donc le droit de se demander s'il y a réellement des celluloses alimentaires. Une expérience à ce sujet est difficile avec les herbivores et surtout les ruminants. Elle se fait mieux avec les oiseaux granivores, et je me suis assuré, en nourrissant des pigeons avec du sarrasin, du malt et de l'orge perlé, qu'on ne retrouvait pas dans les excréments la totalité de la cellulose ingérée. Il y a une perte, qui, pour l'orge perlé, a atteint le cinquième de la cellulose totale, et qu'on ne peut attribuer qu'à une dissolution, à une digestion véritable.

» Mais alors quel en est l'agent? En étudiant de près les grains entiers qu'on rencontre dans le jabot des oiseaux, ou dans la panse des ruminants, on en trouve toujours dont le contenu est tellement liquéfié qu'il en jaillit, sous une douce pression, comme une goutte laiteuse. Dans celle-ci on trouve, au microscope, des masses amylacées intactes, ayant conservé la forme des cellules qu'elles remplissaient, mais débarrassées de toute enveloppe, et nageant dans un liquide qui présente par milliers des petits bâtonnets tout à fait analogues aux amylobacters, connus, depuis M. Van Tieghem, pour être les ferments de la cellulose. Ces petits bâtonnets de formes multiples, ensemencés dans des liquides neufs, peuvent servir à y faire des digestions de cellulose. Nul doute qu'ils ne soient les agents actifs du phénomène observé. Ils transforment la cellulose en dextrine et en glucose qu'on trouve dans les liquides de la panse, dont la muqueuse, puissamment absorbante, ne sécrète pourtant, comme je m'en suis assuré, aucune diastase capable d'agir sur [1] l'amidon.

» On comprend, sans que j'aie besoin d'y insister, le concours que ces agents de la liquéfaction de l'intérieur du grain prêtent à la rumination chez les herbivores, à l'action du gésier chez les oiseaux. Il est, d'ailleurs, certain qu'une fois présents ils continuent leur action, non dans l'estomac dont l'acidité les gêne, mais sur toute la longueur de l'intestin. Les conclusions auxquelles je suis arrivé dans ma dernière Communication, au sujet des ferments des matières azotées, sont applicables aux ferments des celluloses, que l'on doit considérer, jusqu'ici du moins et sauf une réserve sur laquelle j'insisterai prochainement, comme les uniques agents d'un véritable phénomène de digestion physiologique. »

---

(1) Les liquides de la panse sont souvent peuplés d'infusoires ciliés, dans l'intérieur desquels l'emploi du sérum iodé permet de découvrir une grande quantité de glycogène.

M. Faye, à l'occasion de la Communication précédente, fait remarquer qu'il a autrefois entretenu l'Académie d'expériences sur le phénomène de l'émulsion qui lui paraissent concorder avec l'opinion de M. Duclaux; comme M. le Président et M. Pasteur ont bien voulu l'engager à rédiger à ce sujet une Note pour les *Comptes rendus*, il prend le parti de reproduire ici ce qu'il a dit sur cette intéressante question, dans la séance du 9 septembre 1861.

« Je désire ajouter à la Note que M. Plateau m'a chargé de présenter à l'Académie, sur les lames liquides minces, quelques réflexions sur une expérience qu'elle m'a suggérée et qu'il est bien aisé de reproduire. Il ne s'agit point ici de toucher aux lois si parfaitement présentées par notre célèbre Correspondant, mais seulement d'indiquer un nouvel ordre de conséquences auquel ces lois mécaniques ou ces faits paraissent conduire.

» Je me suis demandé si l'on ne pourrait pas considérer ces surfaces laminaires comme existant déjà dans le liquide pendant que la charpente de fil de fer y est encore plongée, en sorte que, si la constitution du liquide venait à changer peu à peu, les lames actuellement formées sous l'influence de cette charpente pourraient subsister, s'y renforcer même ou s'y maintenir dans leur intégrité, offrant ainsi une sorte de base toute prête pour une organisation ultérieure.

» Voici l'expérience que je viens de faire ce matin même à ce sujet. J'ai rempli un verre à moitié d'une solution aqueuse de savon, et j'y ai plongé un fil de fer recourbé à l'un des bouts en forme d'anneau grossièrement façonné. En retirant cet anneau, comme dans l'expérience de M. Plateau, je relevais en même temps dans l'air une lame plane et mince de liquide; cette lame allait en s'amincissant, et bientôt se brisait comme une bulle de savon. J'ai versé ensuite, au-dessus de la couche d'eau de savon, une couche épaisse d'huile à brûler, puis en relevant de nouveau l'anneau, non plus dans l'air, mais dans le sein de cette couche d'huile, j'ai constaté aisément que la lame mince formée par l'anneau, lorsqu'il se trouvait dans la couche aqueuse inférieure, se maintenait parfaitement dans l'huile, à l'abri de toute évaporation. Pour s'en assurer, il suffit d'exposer convenablement le verre à la clarté du jour; on voit alors la réflexion des rayons de lumière s'opérer à la surface de cette lame mince plongée dans l'huile, aussi bien que si elle était exposée à l'air libre. Seulement le moindre mouvement imprimé à l'anneau dans un sens ou dans l'autre faisait bomber et gonfler cette lame mince dans le sens opposé; je la transformais ainsi, sans la rompre, en une longue poche pleine d'huile, isolée partout de l'huile ambiante, sauf du côté de l'anneau dont elle peut être aisément détachée.

» En réfléchissant à cette expérience, bien facile à répéter, il m'a semblé y voir les rudiments de certains phénomènes de physique végétale ou animale, tels que les cloisonnements fixes ou mobiles qui se forment dans les liquides non homogènes sous l'influence de parois plus ou moins cylindriques, cloisons qui peuvent à la longue prendre de la consistance, ou tels encore que le fait de l'émulsion des corps gras sous l'influence de l'albumine, du sérum ou de la sécrétion pancréatique (1).

---

(1) A l'aide de certains mouvements de contraction et du mélange de matières solides incessamment agitées.

» Si l'on vient à battre, en effet, avec la même tige les deux liquides dont je viens de parler, on voit que cette tige entraîne avec elle, en passant du liquide visqueux dans le liquide gras, une lame mince persistante qui enveloppe et isole aussitôt une certaine quantité de ce dernier liquide. Ces cloisons se forment rapidement dans tous les sens, mais bientôt les petites masses d'huile qu'elles enferment affectent la forme sphérique, laquelle répond à l'équilibre spontané le plus stable d'une masse liquide flottante et soustraite à l'action de la pesanteur. Tout mouvement ultérieur tend à diviser ensuite ces petites sphères ou ces polyèdres à cloisons élastiques : de là la formation rapide de sphérules excessivement petits, mais tous isolés du milieu ambiant par une mince enveloppe sphérique formée aux dépens du liquide visqueux. En continuant à battre quelques instants de plus, c'est-à-dire à entraîner dans l'un des liquides les lames minces formées par l'autre, l'émulsion devient complète en vertu de cette double tendance des petites masses liquides et des lames minces à prendre également la forme sphérique. Mais alors aussi toute viscosité a disparu ; il est impossible de former de nouvelles lames dans ce liquide blanchâtre comme e chyle ou le lait, car l'anneau en sort sans en entraîner avec lui (1).

» Il m'a semblé que la mention de cette expérience nouvelle, qui montre combien il est facile de cloisonner en tous sens un milieu liquide, à l'aide de lames minces et élastiques d'un autre liquide plus visqueux, ne serait pas déplacée après les brillantes expériences de M. Plateau sur les figures d'équilibre des lames minces, car elles montrent que ces expériences vont droit aux actions purement mécaniques, encore bien peu connues, qui accompagnent les premières évolutions de la vie organique, ou qui président aux actes non moins mystérieux de la nutrition.

» Combien ne doit-on pas regretter que les yeux de l'illustre physicien de Bruxelles, depuis longtemps fermés à la lumière du jour, ne puissent jouir des beaux phénomènes que l'Académie vient d'admirer et qu'il n'a vus, lui, avant tous, que par les yeux de l'intelligence ! Et pourtant que de progrès ne lui devons-nous pas déjà dans cette voie nouvelle, quoiqu'il soit réduit à deviner les phénomènes à force de pénétration profonde, au lieu de les contempler comme nous dans ce qu'ils ont d'imprévu, de se laisser inspirer par leur aspect, et de soumettre ainsi son esprit à leur féconde réaction ! »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la résistance des ânes d'Afrique à la fièvre chvrbonneuse.* Note de M. **J. Tayon**, présentée par M. Pasteur.

« Avec l'aide de mon préparateur, M. Mozziconacci, j'ai injecté, le 20 février, du virus charbonneux, provenant du laboratoire de M. Pasteur, sous la peau des animaux suivants :

---

(1) Les globules de la lymphe et du sang sont sans doute isolés, comme dans une sorte d'émulsion, par les cloisons sphériques du liquide visqueux où ils nagent, cloisons qui ne les empêchent pas de subir l'action des agents extérieurs. Peut-être serait-il curieux d'examiner aussi à ce point de vue tout mécanique le phénomène inverse de l'émulsion, lequel consiste dans la rupture de ces enveloppes sphériques et provoque, pour certains liquides, la formation de la fibrine ; pour d'autres, la réunion amorphe de la matière butyreuse.

» 1° Un âne d'Afrique, âgé de deux ans (une quantité de virus pur correspondant à six divisions de la seringue de Pravaz);

» 2° Une brebis shropshiredown, âgée de sept ans, atteinte d'une pneumonie chronique (virus pur correspondant à quatre divisions de la seringue de Pravaz);

» 3° Deux lapins (une goutte du même virus).

» Au moment de l'inoculation, à 10h du matin, la température, prise à l'anus, est de 37°,5 pour l'âne et de 41° pour la brebis. Le même jour, à 5h du soir, elle s'élève à 39° chez l'âne et reste à 40°,8 chez la brebis.

» Les 21, 22, 23, 24, 25 et 26 février, la température oscille, chez l'âne, entre 39° et 40°; chez la brebis, entre 41°,6 et 40°,5.

» Le 23, les deux lapins, inoculés en même temps que l'âne d'Afrique et que la brebis shropshire, meurent du charbon. Leur sang, examiné au microscope quelques heures après la mort, présente les bâtonnets caractéristiques de la bactérie charbonneuse. Deux autres lapins, inoculés le même jour avec une goutte de ce sang, meurent le 25.

» Le 25, à 3h30m du soir, nous prenons du sang charbonneux sur ces derniers lapins et nous l'inoculons pur : 1° à une ânesse d'Afrique âgée de trois ans (huit divisions de la seringue de Pravaz); 2° à une agnelle du Larzac à cinq mamelles, âgée d'un an, atteinte du tournis (sept divisions); 3° à deux jeunes lapins (deux ou trois gouttes).

» La température anale, avant l'inoculation, était de 39°,7 pour l'ânesse et de 40°,2 pour l'agnelle. Le 26, à 9h du matin, elle s'élève à 40° chez l'ânesse et à 43° chez la brebis.

» Le 27, à 6h30m du matin, l'agnelle du Larzac meurt avec tous les symptômes du charbon. Dans la même matinée, mort des deux lapins inoculés le 25. A midi, la température chez l'ânesse est de 41°.

» Le même jour, à 10h du matin, nous inoculons, pour la seconde fois, la brebis shropshire et l'ânesse d'Afrique avec du sang charbonneux provenant de l'agnelle du Larzac.

» A 2h30m du soir, la température s'élève à 42° chez la brebis shropshire; le 28, à 9h du matin, elle est à 43°; à 5h du soir, la brebis meurt. Nous faisons immédiatement l'autopsie, qui nous révèle toutes les lésions caractéristiques du charbon, plus à la base du poumon droit une induration et une caverne, grosse comme un œuf de pigeon, renfermant du pus caséeux de formation ancienne.

» Quant à l'ânesse africaine, inoculée pour la deuxième fois le 27, sa

température est, le 28, à 10h du matin, de 38,5, s'élève, le 2 mars, à 40,8, pour revenir progressivement à 39 et à 38,5 les jours suivants.

» Le 28 février, à 5h du soir, nous inoculons deux lapins et un cobaye avec une goutte de sang provenant de la brebis shropshire; le 2 mars au matin, ces trois animaux meurent; leur sang renferme une grande quantité de bâtonnets.

» Le 6 mars, l'âne et l'ânesse d'Afrique sont renvoyés en bonne santé à leur propriétaire, M. Cazalis, aux Aresquiers (Hérault).

» Le 11 mars, à 3h30m du soir, nous inoculons un jeune lapin avec du virus provenant du laboratoire de M. Pasteur. Cet animal meurt le 13, à midi. Avec la seringue de Pravaz, nous injectons son sang: 1° à une ânesse d'Afrique, âgée de deux ans (six divisions de la seringue); 2° quelques gouttes du même sang à un autre lapin, qui meurt le 15 au soir.

» Avant l'injection, la température de l'ânesse était de 38,5; le lendemain, 14 mars, elle s'élève à 42, reste à 40 les 15, 16 et 17, pour redescendre, les jours suivants, à 39, puis à 38.5.

» Le 14, l'ânesse a 102 pulsations à la minute, tandis que, chez un autre âne d'Afrique non inoculé, la température est de 39 et le nombre de pulsations de 66.

» Sur ces trois bêtes d'Afrique inoculées du charbon, il s'est formé une tumeur molle, sensible, volumineuse, autour de la piqûre faite par la seringue de Pravaz. La tumeur a persisté pendant une huitaine de jours, sans paraître affecter l'état général des individus.

» Ces expériences, faites seulement sur deux ânesses et un âne d'Afrique, sembleraient prouver que ces animaux n'offrent pas un milieu favorable au développement du microbe du charbon. Il faudrait pouvoir multiplier et varier ces résultats pour en tirer une conclusion (1). »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le système nerveux des larves des Insectes diptères.* Note de M. **Ed. Brandt**, présentée par M. E. Blanchard.

« Ayant reçu de M. Behling une quantité de larves d'Insectes diptères, appartenant à des familles qui n'ont été l'objet d'aucune étude relative au système nerveux, j'ai saisi cette occasion pour les étudier. Voici les résultats principaux de mes recherches.

(1) Chaque division de notre seringue de Pravaz correspond à 0cc,1.

» J'ai examiné les familles suivantes :

LEPTIDÆ : *Leptis* spec. BIBIONIDÆ : *Bibio Marci*, L.; *B. Pomonæ*, Fabr.; *B. ferruginatus*, L.; *B. varipes*, Meig.; *B. hortulanus*, L.; *B. laniger*, Meig.; *B. Johannis*, L.; *B. clavipes*, Meig.; *B. albipennis*, Meig. XYLOPHAGIDÆ : *Xylophagus ater*, Fabr. THEREVIDÆ : *Thereva nobilitata*, Fabr. DOLICHOPODIDÆ : *Dolichopus popularis*, Wied.; *D. vulgaris*, Meig.

» Les larves des *Leptides* possèdent treize ganglions, savoir : deux ganglions céphaliques (les ganglions sus- et sous-œsophagiens), trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux. Tous les ganglions sont unis par de doubles cordons nerveux, comme chez les insectes adultes ([1]), ce qui est un trait singulier et propre seulement à la famille des Leptides, car chez tous les autres Diptères les ganglions s'unissent par des connectifs simples.

» Les larves des *Bibionides*, *Thérévides* et *Xylophagides* ont, ainsi que les *Asilides* ([2]) (*Asilus geniculatus* Meig. et *Laphria gilva*), d'après mes recherches, treize ganglions nerveux, situés tout le long du corps et unis par de simples connectifs. Il y a, dans le système nerveux des larves de ces familles, deux ganglions céphaliques (le ganglion sus-œsophagien et le ganglion sous-œsophagien), trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux. Les deux premiers ganglions thoraciques sont près l'un de l'autre, tandis que le troisième est plus éloigné du second. L'adulte possède seulement deux ganglions thoraciques, et en cela nous voyons que même le système nerveux des larves nous donne des indications, que les deux premiers ganglions thoraciques se confondront pour former le premier ganglion thoracique de l'insecte adulte, tandis que le troisième ganglion thoracique de la larve se confondra avec le second ganglion thoracique chez l'insecte adulte.

» Les larves des *Dolichopodides* ont treize ganglions, c'est-à-dire deux ganglions céphaliques (ganglions sus- et sous-œsophagiens), trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux. Tous les ganglions s'unissent par des cordons nerveux simples, et les ganglions abdominaux sont situés tout le long de l'abdomen. D'après mes recherches (*loc. cit.*) sur le système nerveux des insectes adultes de cette famille, on sait que ces derniers ont seulement quatre ganglions, c'est-à-dire deux ganglions céphaliques (gan-

---

([1]) ED. BRANDT, *Vergl.-Anat. Unters. über das Nervens. der Dipteren* (*Horæ Societat. Entom. Ross.*, XVI, 1879).

([2]) L. DUFOUR, *Rech. anat. et phys. sur les Diptères* (Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Paris, t. XI, 1851).

glions sus- et sous-œsophagiens) et deux ganglions dans le thorax, mais qu'ils n'ont pas du tout de ganglions abdominaux. Des deux ganglions du thorax de l'insecte adulte, le premier se forme par la fusion des deux premiers ganglions thoraciques de la larve, et le second résulte de la fusion du dernier ou troisième ganglion thoracique de la larve avec tous les ganglions abdominaux.

» J'ai encore fait des recherches sur le système nerveux de quelques larves de genres et d'espèces qui n'ont pas été examinés et qui appartiennent aux familles suivantes :

FUNGICOLÆ : *Sciara nigrescens,* Winnerts; *S. rufiventris,* Macq.; *S. gregaria,* Reling; *S. Relingi,* Winn.; *Rhyphus fenestralis,* Scop.; *R. punctatus,* Fabr. LIMNOBIDÆ : *Tipula lutescens,* Fabr.; *Epiphragma picta,* Fabr.; *Pedicia rivosa,* Linn. TABANIDÆ : *Tabanus bromius,* Linn.

» Les larves des *Fungicoles* ont tantôt treize, tantôt douze ganglions. *Sciara* a treize ganglions, c'est-à-dire deux ganglions céphaliques, trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux, *Rhyphus* n'ayant que sept ganglions abdominaux; le dernier présentant une échancrure, signe de la coalescence de deux ganglions en une seule masse nerveuse.

» Les larves des *Limnobides* possèdent aussi treize ganglions; huit abdominaux. Les trois ganglions thoraciques sont très rapprochés; le ganglion sous-œsophagien touche le premier ganglion thoracique et le premier ganglion abdominal le dernier ganglion thoracique, de sorte que ces cinq ganglions semblent former une seule masse logée dans le thorax. Tous les ganglions de la chaîne s'unissent par des cordons nerveux simples, et sont situés tout le long du tronc de la larve.

» Les larves des *Tabanides* n'ont que sept ganglions distincts : le ganglion sus-œsophagien, un ganglion thoracique et cinq ganglions abdominaux. Les trois premiers ganglions abdominaux sont éloignés l'un de l'autre, et s'unissent par de longs cordons nerveux, tandis que les deux derniers sont tout près l'un de l'autre, et le dernier offre une échancrure, comme chez l'adulte. Récemment, M. J. Künckel d'Herculais ([1]) a annoncé que les larves des Tabanides ont seulement deux ganglions, savoir un ganglion céphalique et un ganglion thoracique. Serait-ce une différence de l'espèce ou peut-être de l'âge? M. Künckel n'indique pas l'espèce qu'il a examinée, mais seulement je puis affirmer que la larve du

---

([1]) J. KUNCKEL D'HERCULAIS, *Recherches anatom. et zoolog. sur le système nerveux des Insectes diptères* (*Comptes rendus,* 1879, t. LXXXIX, p. 493).

Tabanus bromius, à l'âge avancé, possède sept ganglions, et que chez cette espèce ce n'est pas à l'état de chrysalide que s'effectue la disjonction de la masse ganglionnaire thoracique en ganglions abdominaux, ganglion thoracique et ganglion sous-œsophagien. D'après ce que j'ai observé chez la larve du *Tabanus bromius*, je tiens le système nerveux des larves des Tabanides pour une forme intermédiaire entre celle des Muscides et des Némocères, parce que le ganglion sous-œsophagien se forme par disjonction de la masse nerveuse centrale du thorax comme chez les Muscides, les Syrphides; la partie abdominale du système nerveux, présentant des ganglions distincts dans la larve, nous offre les traits du système nerveux, des larves des Némocères, des Leptides, des Asilides, des Xylophagides et de quelques autres familles de l'ordre des Insectes diptères. »

ZOOLOGIE. — *Les Alcyonaires du golfe de Marseille.* Note de M. **A.-F. Marion**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« L'étude des Alcyonaires recueillis par l'aviso *le Travailleur* pendant les deux campagnes de 1880 et de 1881 m'a conduit à faire le relevé des Cœlentérés de ce groupe observés par moi, depuis douze ans, sur les côtes de Marseille. Les espèces sont assez nombreuses, et il m'a paru que l'indication de leur distribution dans les divers fonds serait un document important pour les recherches prochaines. J'énumérerai donc dans la présente Note les formes prises dans notre golfe en descendant progressivement de la côte jusqu'à 200^m de profondeur.

» A. Zone littorale comprenant les prairies de Posidonia Caulini. — Bien que les Alcyonaires ne soient pas d'ordinaire des animaux côtiers, nous rencontrons trois espèces assez abondantes dans la zone qui borde le rivage et s'étend jusqu'à 20^m de profondeur. Ces Alcyonaires littoraux sont de petite taille et appartiennent à la famille des Cornularinés.

» *Rhizoxenia rosea*, Ph. sp. — Les cormus de cette espèce se montrent assez fréquemment fixés sur les pierres, à quelques décimètres sous l'eau, le long de la côte du cap Janet. On les retrouve, mais plus rares, sur les rhizomes des Posidonies, par 15^m de profondeur, en quelques points de la côte de l'île de Ratonneau.

» *Clavularia crassa*, M. Edw. (*Cornularia crassa*). — Le *Cornularia crassa*, figuré dans le règne animal, est un vrai *Clavularia* sans revêtement cuticulaire et muni, par contre, d'abondants sclérites. Dans le golfe de Marseille, le *Clavularia crassa* abonde sur les rhizomes des Posidonies de l'anse de

Ratonneau, à 2^m ou 3^m de profondeur. Quelques cormus de la même espèce, ne portant plus que trois ou quatre zooïdes et n'offrant qu'une teinte pâle, ont été observés, très profondément, à 110^m, fixés sur des débris de coquilles, en dehors du golfe, au sud de l'île Riou. La production de cette espèce a lieu en juin. Les colonies mâles diffèrent des femelles par la longueur et la gracilité des polypes. Les œufs, enveloppés dans un mucus assez dense, sont portés à l'extrémité des zooïdes, à la manière des œufs du *Dasychone lucullana*. C'est sur cette espèce que nous avons observé, Kowalevsky et moi, en 1879, une segmentation totale bien nette, la formation d'un planula et la différenciation histologique d'un pseudomésoderme ectodermique, ne passant pas par l'état de feuillet blastodermique cellulaire.

» Nous n'avons aucun renseignement zoologique sur le *Clavularia* de Naples, appelé par G. von Koch *Clavularia ochracea* (*Morph. Jahrb.*, t. VII, liv. III, 1881). Cet Alcyonaire ne diffère peut-être pas de celui que je cite ici.

» *Cornularia cornucopiæ*. — Cette espèce est bien reconnaissable à ses petits cornets sécrétés par l'ectoderme et rappelant les tubes protecteurs des Tubipores. Elle est associée, dans le golfe de Marseille, aux *Clavularia crassa*, mais elle est toujours plus rare et ne semble pas quitter les prairies de Zostères.

» B. Zone vaseuse et sablo-vaseuse en dehors des Zostères. — Les prairies de Posidonies sont bordées tantôt par de la vase ou du sable vaseux, tantôt par des graviers coralligènes. Les espaces boueux abondent particulièrement dans la région nord-ouest du golfe, et les profondeurs y varient de 30^m à 80^m. Les Alcyonaires tiennent une grande place dans la faune de ces stations.

» *Alcyonium palmatum*, Pallas. — Très abondant. Tous les cormus appartiennent à la forme type, dont la base s'allonge en une longue tige pédonculaire dépourvue de zooïdes et envasée. A été recueilli dans le golfe de Gascogne en 1880.

» *Veretillum cynomorium*, Pallas. — Ne quitte pas les fonds vaseux. Fréquent près de l'île de Maïré et des Goudes, par 18^m et 20^m. Descend jusqu'à 80^m dans la région nord-ouest, vers les embouchures du Rhône. Pris dans le golfe de Gascogne.

» *Pteroides griseum*, Boh. — Est la Pennatule la plus commune sur nos côtes. Habite la vase du nord-ouest, en dehors des îles Ratonneau et Pomègue (60^m à 80^m). Quelques individus pénètrent dans la vase sableuse au sud de Pomègue.

» Les deux variétés, *brevispinosa* et *longispinosa*, sont représentées, mais la seconde est la plus fréquente.

» *Pennatula rubra,* Ell., bien plus rare que la précédente.

» *Pennatula phosphorea,* L., très rare dans les fonds du *Pteroides griseum.*

» *Leptogorgia viminalis,* Pallas. — Les fonds vaseux et sablo-vaseux ne sont pas les stations ordinaires des Gorgones; on trouve cependant, le long de la côte nord, de l'Estaque à Méjean, par 40^m, 50^m et 70^m, une Gorgone à minces rameaux que j'identifie avec le *Leptogorgia viminalis.* Elle est fixée tantôt sur des coquilles de Pétoncles, tantôt sur des pierres ou sur des tuiles tombées des bateaux chargeurs de Saint-Henry. Les rameaux sont quelquefois très longs et peu ramifiés, retombants; d'autres fois le polypier est plus étalé en éventail.

» *Gorgonia graminea,* Lmk. — Très rare. Quelques petits polypiers, à peine ramifiés, sont associés au *Leptogorgia.*

» *Sympodium coralloïdes,* Pallas. — Sur les *Leptogorgia viminalis.*

» C. Zone des graviers, des sables et des roches sous-marines coralligènes. — De 30^m à 70^m. Côtes des îles Pomègues et Ratonneau. Roches sous-marines au large de Montredon. Récifs profonds de Mangespen. Pourtour des Zostères, à Carry, à Podesta, à Riou. Station du corail et des Gorgones.

» *Gorgonia graminea,* Lmk. — Très abondante et formant quelquefois, surtout à Riou, des polypiers de très grande taille.

» *Gorgonia verrucosa,* Pallas. — Moins fréquente que la précédente. Le sarcosome est souvent d'une belle teinte jaune.

» *Muricea placomus,* L. Rare. — Fonds coralligènes de Riou et de Podesta.

» *Corallium rubrum,* Costa. — Ilot de Tiboulen; pourtour de Ratonneau. Fond du cap Couronne à Carry. Riou.

» *Sympodium coralloides,* Pallas. — Sur toutes les Gorgones.

» *Paralcyonium elegans.* — Sur les algues encroûtées. Ratonneau, au large de Montredon, Riou. Assez fréquent.

» *Alcyonium palmatum,* var. *acaule,* Marion. — J'ai décrit dans la *Revue des Sciences naturelles* cette forme, qui sera considérée par quelques zoologistes comme une véritable espèce. Elle est caractérisée par sa base encroûtante, munies de zooïdes, par ses tissus denses et farcis de forts spicules.

» D. Sables vaseux du large, de 100^m a 200^m de profondeur. — Les Alcyonaires diminuent rapidement d'importance à mesure que l'on quitte le golfe et que l'on descend dans les grands fonds. Ce corail se

montre en quelques points rocheux, par exemple au sud de la Cassidagne. L'*Alcyonium palmatum* se trouve à l'est de Riou, par 90^m et 100^m, dans un sable vaseux très fin. Les échantillons appartiennent à la forme pédonculée des fonds vaseux; les tissus sont cependant plus denses. Parmi les Pennatulides, on ne voit plus le *Pteroides griseum*. Les *Pennatula rubra* et *phosphorea* persistent seules. Quelques individus se rapprochent de la variété *Pennatula phosphorea aculeata*. Une variété du *Clavularia crassa* s'offre quelquefois.

» Il convient de remarquer, en terminant, que cette liste, bien que comprenant quinze espèces, ne contient pas tous les Alcyons signalés dans la Méditerranée. Nous n'avons recueilli jusqu'ici que des fragments de *Mopsea elongata* dans les grands fonds, et nous n'avons encore vu sur nos côtes ni *Virgularia*, ni *Funiculina*, ni *Kophobelemnon*, ni enfin le *Stylobelemnon pusillum*, qui sort cependant de la Méditerranée et se retrouve dans le golfe de Gascogne. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du ganglion et du « sac cilié » dans le bourgeon du Pyrosome*. Note de M. **L. Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'organe connu chez les Ascidies sous les noms de *fossette vibratile*, *tubercule antérieur*, *organe olfactif*, *sac cilié*, se compose, comme on le sait, dans son ensemble, non seulement d'un pavillon vibratile, mais d'un canal qui lui fait suite et qui se perd, ainsi que l'a montré le premier M. de Lacaze-Duthiers, dans une masse glandulaire sous-jacente au ganglion nerveux.

» On a généralement attribué à cet organe une fonction olfactive; cependant on a émis sur sa nature des hypothèses diverses, et dernièrement M. Julin, après avoir décrit sa structure avec beaucoup de soin dans diverses Ascidies, le considérait, d'accord avec M. Ed. Van Beneden, comme représentant l'hypophyse des Vertébrés.

» Les recherches que je poursuis depuis deux hivers sur l'anatomie et le bourgeonnement du Pyrosome, et dont j'ai déjà communiqué à l'Académie quelques résultats, m'ont amené à étudier dans ce Tunicier la structure et la formation du ganglion et de la fossette. Les faits que j'ai pu constater me paraissent devoir jeter quelque jour sur la question.

» La fossette ou sac cilié du Pyrosome a déjà été assez bien décrite par Huxley. Elle se compose, d'après cet auteur, d'un canal allongé, appliqué,

suivant la ligne médiane, sur la face branchiale du ganglion, probablement terminé en cul-de-sac en arrière, s'ouvrant en avant dans le sac branchial par un orifice à peine dilaté, et présentant dans sa région moyenne un petit tubercule saillant.

» J'ajouterai que les parois du canal sont formées par un épithélium cubique dépourvu de cils, que quelques cils et deux ou trois flagellums se trouvent seulement tout à fait à l'entrée au point d'union avec le sac branchial, et que le tubercule moyen est formé par un amas de petites cellules arrondies disposées autour d'un diverticulum du canal.

» L'ensemble de l'organe représente évidemment le canal de la glande des Ascidies, la partie antérieure ciliée correspond au pavillon, et le tubercule moyen me paraît représenter une glande rudimentaire.

» Décrivant la formation de la fossette vibratile dans le bourgeon du Pyrosome, Kowalewsky s'exprime en ces termes :

« La paroi du sac branchial forme un petit enfoncement qui représente l'ébauche de la fossette vibratile; cette fossette s'enfonce quelque peu dans le ganglion, qui se compose d'un amas de cellules. *Le système nerveux a à cette époque perdu sa forme primitive de canal* et consiste en un amas allongé de cellules arrondies au milieu desquelles on n'aperçoit plus qu'une faible indication de la cavité ancienne »

» Cette description est fort loin de la vérité, comme nous allons le voir : car le ganglion proprement dit ne présente de cavité à aucun moment de son existence, tandis que le canal neural primitif conserve la sienne, qui n'est autre que celle même du sac cilié.

» La coupe que le savant russe donne du très jeune bourgeon est exacte, et j'ai pu m'assurer que ce qu'il appelle l'*ébauche* du système nerveux, représenté à la base du stolon par une simple traînée de cellules, se convertit un peu plus loin en un canal; l'étranglement qui sépare les futurs zoïdes les uns des autres la transforme enfin en une vésicule pyriforme.

» Cette vésicule s'oblitère-t-elle plus tard, comme le veut Kowalewsky, pour former le ganglion? Nullement; elle continue encore longtemps à grandir, sa cavité se dilate et ses parois s'épaississent graduellement. Plus tard et dans les bourgeons déjà avancés, sa paroi postérieure s'épaissit davantage, et il s'en sépare quelques cellules rondes qui se trouvent placées entre la vésicule et l'ectoderme. La paroi postérieure reprend alors son épaisseur première et reste formée, comme tout le reste de la paroi, par des cellules cubiques très reconnaissables. Les cellules arrondies, interposées maintenant du côté externe, se mettent à proliférer activement dans tous

lès sens et forment rapidement un amas ovalaire qui commence à repousser en dedans, vers la paroi antérieure, la paroi postérieure de la vésicule, qui se trouve ainsi comprimée.

» L'amas ovalaire de cellules n'est autre que le ganglion proprement dit qui n'a plus qu'à grandir et à déborder la vésicule sur les côtés pour réaliser l'état adulte. Quant à la vésicule, qui conserve toujours ses parois dans leur intégrité et avec leur structure histologique, si différente de celle du ganglion, elle n'a plus qu'à s'ouvrir au fond d'une légère dépression du sac branchial, qui vient au-devant de son sommet supérieur pour constituer le sac cilié de Huxley.

» On le voit par cette description, le canal nerveux primitif, le *nervenrohr*, qui devait former directement, en s'oblitérant, le ganglion, n'est autre que le sac cilié, le canal de la glande sous-nervienne qui n'émet aucun nerf, et le ganglion proprement dit n'en procède qu'indirectement et n'apparaît qu'à une époque très tardive.

» Tels sont les faits positifs que j'ai pu constater dans le Pyrosome. Ce qui me reste à dire n'est plus qu'une induction qu'il faudra vérifier, mais qui me paraît fondée sur des arguments sérieux. Le Pyrosome, malgré ses rapports avec les Thaliacés, est, par l'ensemble de son organisation, une véritable Ascidie composée; il est donc permis de penser que le canal neural observé dans les larves d'Ascidies, que la *vésicule cérébrale* qui n'en est qu'une partie, pourraient bien, comme dans le Pyrosome, n'être autre chose que l'ébauche du canal de la glande sous-nervienne.

» Cette opinion est d'autant plus vraisemblable que la portion antérieure de ce canal s'ouvre aussi chez la larve d'Ascidie dans le sac branchial et que le ganglion proprement dit se forme à sa partie postérieure, sans que son mode d'origine ait été bien précisé.

» Si l'origine du canal sous-nervien nous est connue, au moins en ce qui concerne le Pyrosome, nous n'avons pas parlé de ses fonctions. Sans avoir encore de preuves positives, je crois, avec la majorité des auteurs, qu'il s'agit réellement d'un organe des sens, et probablement d'un organe d'olfaction. On objecte qu'il n'y a pas de nerf; mais la paroi postérieure du canal est appliquée d'une manière si directe sur la face branchiale du ganglion, qu'il est bien difficile d'affirmer que quelques fibrilles nerveuses, aussi courtes que l'épaisseur d'une cellule, ne traversent pas cette paroi directement; ce n'est pas vers le pavillon qu'il faut chercher ces nerfs, mais au fond du canal ou dans la glande, qui n'est peut-être qu'un organe destiné à amplifier les sensations.

» En tout cas, si c'est là une glande, son canal n'est pas un canal excréteur, car, outre qu'on peut facilement, comme l'ont fait tous les auteurs, voir sur le vivant que le mouvement des cils est dirigé vers le canal et non vers l'extérieur, on peut aussi, comme je l'ai fait maintes fois, surtout sur les Salpes, s'assurer, avec des particules d'encre de Chine répandues dans l'eau, que le courant produit par ces cils est, lui aussi, dirigé vers le fond de la fossette, car toutes les particules s'y trouvent bientôt accumulées. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de la withérite, de la strontianite et de la calcite.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Je me propose d'appeler, dans ce travail, l'attention de l'Académie sur la facilité extrême avec laquelle les carbonates alcalino-terreux cristallisent par voie ignée, sous la pression ordinaire, au sein de certains fondants. Celui qui m'a donné les meilleurs résultats consiste en un mélange à équivalents égaux de chlorures de sodium et de potassium. La fusion a lieu au rouge sombre et, si l'on projette dans le bain quelques décigrammes de carbonates de baryte, strontiane ou chaux précipités, on voit ces sels se rassembler au fond du creuset sans donner lieu à la moindre effervescence. Quelques minutes de recuit suffisent pour obtenir, par lessivage de la masse, des individus nettement cristallisés, identiques, par leur composition chimique et leurs propriétés physiques, avec les espèces minérales.

» Le carbonate de baryte se présente généralement en lamelles hexagonales aplaties suivant p, limitées par les faces g^1 et m. Posées à plat sur le porte-objet du microscope, elles offrent des teintes de polarisation faibles et s'éteignent suivant g^1. La lumière convergente fait voir des axes optiques peu écartés, situés dans le plan g^1. La bissectrice aiguë normale à p, est négative et l'on peut s'assurer que $\rho > \upsilon$. On constate des macles suivant m, se traduisant par de fines lamelles hémitropes qui dessinent un réseau à 62° environ. D'autres cristaux sont allongés parallèlement aux faces du prisme et couchés suivant h^1 ; on y reconnaît le pointement e^1. Ces cristaux rappellent par leur aspect le sel suivant; ils sont fréquemment arborisés en barbes de plume, soit à angle droit, soit suivant e^1. Les couleurs de polarisation sont alors très vives.

» Le carbonate de strontiane ne m'a jusqu'à présent offert aucun échantillon aplati suivant p, de sorte que l'observation des axes optiques n'a pu être faite. Les cristaux sont des prismes allongés, à extinction longitudinale, et double réfraction très marquée, avec caractère négatif. Le pointe-

ment aigu e^1 les termine fréquemment, et des arborisations se montrent soit à angle droit, soit suivant e^1.

» Le carbonate de chaux offre constamment un assemblage de cristaux semblables à ceux de la neige. La forme cristalline élémentaire consiste dans la combinaison pa^1. Les étoiles hexagonales couchées sur le porte-objet restent constamment éteintes et, si l'on applique la lumière convergente, elles montrent une croix noire parfaite entourée d'anneaux circulaires avec caractère négatif. La double réfraction, qui est considérable, est plus forte pour les rayons violets que pour les rouges. On ne voit pas les lamelles hémitropes suivant b^1, si fréquentes dans le calcaire naturel. La température élevée à laquelle a lieu l'opération explique pourquoi il ne se forme pas d'aragonite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle d'un silicate hydraté cristallisé.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« En chauffant pendant vingt-quatre heures en tube scellé, à 180° environ, un mélange de deux solutions, l'une de silicate de potasse, l'autre d'eau de chaux, on obtient des cristaux blancs très allongés, formés par un silicate alcalin hydraté. Ces cristaux fondent en émail au chalumeau et sont facilement décomposés par l'acide chlorhydrique. Examinés au microscope en lumière parallèle entre les nicols croisés, ils présentent des couleurs vives de polarisation et fournissent des extinctions longitudinales. A l'aide d'une lame de quartz parallèle à l'axe, on reconnaît que le plus grand axe d'élasticité correspond au sens d'allongement. Leur composition peut être exprimée par la formule suivante : $(K^2Na^2Ca)O, 3SiO^2, 2H^2O$, dans laquelle les rapports entre la potasse, la soude et la chaux sont exprimés par les nombres 1 : 2 : 10.

	Trouvé.	Calculé.
Silice	64,2	65,3
Alumine	0,7	»
Chaux	14,7	15,6
Soude	3,3	3,5
Potasse	2,2	2,6
Eau	14,5	13,0
	99,6	100,0

» La présence de la soude dans ce produit s'explique aisément par l'attaque du tube de verre employé.

» Aucune zéolithe naturelle ne présente la composition ci-dessus; celle qui s'en rapproche le plus est l'okénite, qui ne contient que 55 pour 100 de silice et qui est à peu près exclusivement à base de chaux. La facilité avec laquelle s'obtient notre produit et la similitude des conditions dans lesquelles opère fréquemment la nature nous font penser que ce silicate hydraté sera rencontré quelque jour par les minéralogistes ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur la limite entre le lias et l'oolithe inférieure, d'après des documents laissés par Henri Hermite.* Note de M. **CH. VÉLAIN.**

« La zone à *Ammonites opalinus,* placée aux confins du lias et de l'oolithe, quoique généralement rapportée au lias supérieur (zoarcien d'Orb.) en raison de ses affinités paléontologiques et stratigraphiques, est encore soumise à des interprétations diverses.

» En Allemagne, par exemple, où cette zone est bien développée, en Souabe et dans le nord-ouest principalement, les classifications adoptées, en accord avec celles anciennement proposées par Quenstedt, admettent un rapprochement de cette zone avec les couches à *Amm. Murchisonæ* qui suivent et font de cet ensemble la division inférieure du *Dogger.* La raison en est dans la présence, au milieu des couches à *Amm. opalinus,* de l'*Amm. Murchisonæ,* qui se tient habituellement plus haut. De grandes différences pétrographiques et paléontologiques sont cependant à signaler entre ces deux horizons. Les schistes argileux à *Amm. opalinus,* contenant les espèces caractéristiques du lias : *Nucula Hammeri, Trigonia navis, Belemnites brevis*, etc., paraissent soudés aux marnes argileuses grises à *Amm. jurensis,* qui viennent immédiatement au-dessous; tandis qu'ils se séparent bien de la zone à *Amm. Murchisonæ,* composée de grès ferrugineux très particuliers, comprenant des espèces franchement oolithiques, telles que l'*Amm. discus,* l'*Amm. Sowerbyi, Trigonia costata,* etc.

» En Normandie, M. Deslongchamps, dans ses *Etudes générales sur les terrains jurassiques,* réunit de même les couches à *Amm. opalinus* à la *mâlière,* c'est-à-dire aux calcaires à *Lima heteromorpha* et à *Amm. Murchisonæ,* mais alors il se trouve obligé d'entraîner dans ce même groupe, qu'il désigne sous le nom de *marnes infra-oolithiques* et dont il fait le premier terme de l'oolithe, les marnes à *Amm. serpentinus* et *bifrons,* ainsi que les argiles à poissons, c'est-à-dire tout le lias supérieur des auteurs (zoarcien d'Orb.).

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie (Hautes Études), à la Sorbonne.

La zone à *Amm. opalinus* est bien développée dans la Lorraine, où elle comprend un minerai de fer oolithique qui est activement exploité. Elle est là recouverte par des calcaires jaunâtres chargés également d'oolithes ferrugineuses et appartenant à la zone à *Amm. Murchisonæ*.

» Ces deux zones sont toutes deux très fossilifères; les fossiles abondent dans les rejets des exploitations pour le minerai, mais là ils sont mélangés et les listes qui en ont été données se sont ressenties de cette confusion.

» Dans ces derniers temps, M. Hermite, dont nous déplorons la perte prématurée, a fait de ces gisements, notamment de celui de Marbache, une exploration très attentive; après avoir déterminé les allures de ces deux horizons et leurs relations, il a cherché à déterminer leur faune propre, en recueillant avec soin les fossiles, en place, dans chacun d'eux.

» Les résultats de cette étude, faite par M. Hermite à la Sorbonne, au laboratoire de Géologie, où ces collections sont maintenant déposées, sont les suivants :

» 1° Zone à *Amm. opalinus* (minerai exploité.) — *Amm. opalinus*, Schloth; *Amm. aalensis*, Ziet.; *Amm. costula*, Rein; *Amm. fluitans*, Dam.; *Amm. jadiosus*, Schlem; *Belemnites* sp.; *Belemnites* sp.; *Pholadomya fidicula*, Sow.; *Pholadomya Hausmanni; Gervilia; Hinnites*.

» 2° Zone à *Amm. Murchisonæ* (calcaire marneux jaunâtre avec petites oolithes ferrugineuses). — *Ditremaria bicarinata*, d'Orb.; *Alaria Lorieri*, Schl.; *Pleurotomaria armata*, var. *Goldfusi; Pleurotomaria actinocephala; Pleurotomaria Roubaleti*, Deslong.; *Pleurotomaria punctata*, Sow.; *Turbo lamellosus*, d'Orb.; *Tur. Schlumbergi*, Deslong.; *Phol. glabra*, Agassiz; *Ceromya glabra*, Agassiz; *Ceromya* sp.; *Astarte excavata*, Sow.; *Macrodon* sp.; *Hippopodium isoarca; Unicardium incertum*, Phil.; *Trigonia striata; Linia proboscidea; Ostrea Marshii; O. articulata*, Schl.; *Tereb. perovalis*, Sow.; *Montlivaultia decipiens*.

» Ces deux listes, établies ainsi par M. Hermite sur des échantillons pris en place dans chacun de ces horizons fossilifères, indiquent une distinction absolue entre ces deux zones, qui ne présentent presque aucune espèce commune. Cette distinction est encore appuyée sur un fait stratigraphique important, M. Hermite ayant reconnu, à la limite de séparation des deux bancs, des traces d'érosion manifestes, indiquant une interruption entre leurs dépôts; la couche ferrugineuse à *Amm. opalinus* se termine, en effet, par un banc de calcaire, durci, perforé par des mollusques lithophages, souvent raviné et couvert d'huîtres (*Ostrea sublobata?*).

» La faune de ce minerai ferrugineux a un caractère liasique très prononcé; elle se rattache intimement aux couches à *Amm. bifrons* qui se voient au-dessous. Celle du calcaire ferrugineux à *Amm. Murchisonæ*, dont toutes

les espèces appartiennent à l'oolithe inférieure, se relie avec celle des calcaires marneux à *Amm. Sowerbyi*, qui la recouvrent, et dans lesquels M. Hermite a recueilli les espèces suivantes, dans une localité voisine de Marbache, à Pierre :

» *Amm. Sowerbyi; Amm. malagma; Alaria lotharingica; Trigonia litterata*, Goldfus. *Astarte* sp.

» La zone à *Amm. humphriesianus* a été reconnue au-dessus.

» Ces observations, qui établissent en Lorraine, entre la zone ferrugineuse à *Amm. opalinus* et le niveau de l'*Amm. Murchisonæ*, une séparation bien nette, viennent apporter une nouvelle preuve à l'existence, dans toute la ceinture du bassin anglo-parisien, de cette ligne d'érosion, marquant au-dessus des couches à *Amm. opalinus* la limite du lias supérieur, limite qui, dès 1857, avait été reconnue et mise en évidence par M. Hébert, dans ses études sur la distribution des mers anciennes dans le bassin de Paris. »

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mars 1882.

Le téléphone; par le Comte Th. du Moncel. 4e édition. Paris, Hachette et Cie, 1882; 1 vol. in-12.

Les nouvelles machines marines. Supplément au Traité des appareils à vapeur de navigation mis en harmonie avec la Théorie mécanique de la chaleur; par A. Ledieu, t. I. (complet). Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Physiologie des muscles et des nerfs; par Ch. Richet. Paris, Germer-Baillière, 1882; in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Typhus et fièvre typhoïde; par le Dr Masse. Paris, G. Masson, 1878; in-8°. Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les microbes; par John Tyndall, traduit de l'anglais par Louis Dollo. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Essai sur une bonne conduite des traitements au sulfure de carbone; par M. P. de Lafitte. Paris, G. Masson; Bordeaux, Feret, 1882; br. in-8°.

Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts sur le Congrès national réuni à Bordeaux du 8 au 14 août 1881, pour l'amélioration du sort des sourds-muets; par M. F. Hément. Paris, Imp. nationale, 1882; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le Prof. Dr Th. Bredichin; vol. VIII, 1re livr. Moscou, A. Lang, 1882; in-4°.

Verhandelingen der koninklijke Akademi van Wetenschappen. Afdeeling Letterkunde, deel XIII. *Afdeeling Natuurkunde,* deel XX. Amsterdam, J. Müller, 1880; 2 vol. in-4.

Verslagen en mededeelingen der koninklije Akademie van Wetenschappen. Afdeeling Natuurkunde. Twecde reeks, deel XV. Amsterdam, J. Müller, 1880; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 mars 1882.)

Page 857, ligne 13, *au lieu de* corps, lisez coup.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *P. Bert* pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. Bouillaud.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. P. Bert prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur les déplacements séculaires des plans des orbites de trois planètes;* par M. **F. Tisserand**.

« Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 525, je me suis occupé d'une question intéressante traitée par Lagrange, concernant les déplacements séculaires des orbites de trois planètes; je me propose d'indiquer aujourd'hui un cas particulier qui se présente de lui-même et qui conduit à une question curieuse examinée par Le Verrier :

« Il existe entre Jupiter et le Soleil une position telle que, si l'on y plaçait une petite

masse dans une orbite d'abord peu inclinée à celle de Jupiter, cette petite masse pourrait sortir de son orbite primitive et atteindre de grandes inclinaisons sur le plan de l'orbite de Jupiter, par l'action de cette planète et de Saturne. Il est remarquable que cette position se trouve à très peu près à une distance double de la distance de la Terre au Soleil, c'est-à-dire, à la limite inférieure de la zone où l'on a rencontré jusqu'ici les petites planètes.... » (*Annales de l'Observatoire*, t. II, p. 165.)

» Soient

x le cosinus de l'inclinaison mutuelle des orbites de m' et m'';
x' » » m'' et m;
x'' » » m et m';
a, a', a'' les demi-grands axes des trois orbites;
m, m', m'' les masses des trois planètes;

les quantités x, x', x'' sont déterminées par les équations suivantes (voir la Note citée plus haut) :

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -\mathrm{A}\mathrm{U}, \\ \frac{dx'}{dt} &= -\mathrm{A}'\mathrm{U}, \\ \frac{dx''}{dt} &= -\mathrm{A}''\mathrm{U}, \end{aligned} \right.$$

où

$$\mathrm{U} = \sqrt{1 - x^2 - x'^2 - x''^2 + 2xx'x''},$$

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{A} &= \frac{m}{\sqrt{a'a''}} \left(\sqrt{a''}\Phi'_{0,1} - \sqrt{a'}\Phi'_{0,2}\right), \\ \mathrm{A}' &= \frac{m'}{\sqrt{a''a}} \left(\sqrt{a}\Phi'_{1,2} - \sqrt{a''}\Phi'_{0,1}\right), \\ \mathrm{A}'' &= \frac{m''}{\sqrt{aa'}} \left(\sqrt{a'}\Phi'_{0,2} - \sqrt{a}\Phi'_{1,2}\right). \end{aligned} \right.$$

Au degré d'approximation auquel s'est arrêté Lagrange, les quantités Φ' sont des constantes, fonctions de a, a', a''; A, A', A'' sont donc aussi des constantes.

» Le cas particulier que je veux considérer est celui où l'on a la relation

$$\mathrm{A}' = \mathrm{A}'';$$

cette équation peut s'écrire :

$$(3) \quad \sqrt{a}\left[m'a'\mathrm{B}^{(1)}_{\frac{3}{2}}(a, a') + m''a''\mathrm{B}^{(1)}_{\frac{3}{2}}(a, a'')\right] = a'a''\left(\frac{m'}{\sqrt{a''}} + \frac{m''}{\sqrt{a'}}\right)\mathrm{B}^{(1)}_{\frac{3}{2}}(a', a''),$$

en désignant par B les transcendantes bien connues qui se présentent dans le développement de l'inverse de la distance de deux planètes.

» Sous cette forme, on reconnaît facilement l'équation suivante :

$$(0,1)+(0,2)=(1,2)+(2,1)$$

considérée par Le Verrier (*Annales de l'Observatoire*, t. II, addition au Chapitre IX).

» Dans ce cas, les équations (1) donnent

$$x''-x'=\text{const.}:$$

ainsi, la différence des cosinus des inclinaisons de l'orbite de m sur celle de m' et m'' est constante.

» J'ai prouvé, par l'intégration des équations (1), que, m', m'', a' et a'' étant supposés connus, si l'on détermine a par l'équation (3), en diminuant suffisamment la masse m, il arrivera que les inclinaisons de l'orbite de la planète m sur les orbites de m' et m'' pourront grandir considérablement; je vais examiner avec plus de détail le cas limite où m tend vers zéro.

» Les planètes m' et m'' seront supposées être Jupiter et Saturne, et la planète m un astéroïde dont nous regarderons la masse comme nulle vis-à-vis de m' et m''.

» La résolution de l'équation (3) donne

$$a_0=1,98021.$$

» Je me suis proposé la question suivante :

» Les formules de la première approximation montrent que les inclinaisons de l'orbite de m sur celles de m' et m'' *peuvent* grandir considérablement. Trouver si elles croissent réellement ainsi, et jusqu'à quelle limite elles peuvent atteindre.

» Mais, pour élucider ce point, les formules de la première approximation sont insuffisantes; j'ai cherché à faire une approximation de plus, et même à tenir compte d'un seul coup de tous les termes qui contiennent les inclinaisons; seulement, je n'ai pas pu suivre jusqu'au bout la voie analytique, et, à un moment donné, je suis obligé de recourir, dans chaque cas particulier, à des calculs numériques.

» En supposant, dans les équations (1), $m=0$, on voit qu'il en résulte

$$x=\text{const.}=x_0;$$

on a ensuite, sans supposer, comme Lagrange, que les quantités Φ soient constantes,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dx'}{dt} &= -\frac{m'}{\sqrt{aa''}}\mathrm{U}\left[\sqrt{a}\,\Phi'_{1,2}(x_0) - \sqrt{a''}\,\Phi'_{0,1}(x'')\right],\\ \frac{dx''}{dt} &= -\frac{m''}{\sqrt{aa'}}\mathrm{U}\left[\sqrt{a'}\,\Phi'_{0,2}(x') - \sqrt{a}\,\Phi'_{1,2}(x_0)\right],\\ \mathrm{U} &= \sqrt{1 - x_0^2 - x'^2 - x''^2 + 2x_0x'x''}. \end{aligned}\right.$$

» Les quantités Φ' sont les dérivées, prises par rapport à x', ou x'', ou x_0, de fonctions Φ dont voici l'expression :

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} \Phi_{0,1}(x'') = {} & \frac{1}{2}\mathrm{B}^{(0)}_{\frac{1}{2}}(a,a') - \frac{1}{2}aa'\mathrm{B}^{(1)}_{\frac{3}{2}}(a,a')\frac{1-x''}{2}\\ &+ \frac{3}{8}a^2a'^2\left[2\mathrm{B}^{(0)}_{\frac{5}{2}}(a,a') + \mathrm{B}^{(2)}_{\frac{5}{2}}(a,a')\right]\left(\frac{1-x''}{2}\right)^2\\ &+ \frac{5}{16}a^3a'^3\left[9\mathrm{B}^{(1)}_{\frac{7}{2}}(a,a') + \mathrm{B}^{(3)}_{\frac{7}{2}}(a,a')\right]\left(\frac{1-x''}{2}\right)^3\\ &+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right.$$

Je n'écris pas les expressions semblables de $\Phi_{0,2}(x')$ et $\Phi_{1,2}(x_0)$.

» Cela posé, on déduit des équations (4), en éliminant dt,

$$\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a'a''}}\Phi'_{1,2}(x_0)\left(m'\sqrt{a'}\,dx'' + m''\sqrt{a''}\,dx'\right) = m'\Phi'_{0,1}(x'')\,dx'' + m''\Phi'_{0,2}(x')\,dx'.$$

Or, on peut intégrer, ce qui donne

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a'a''}}\Phi'_{1,2}(x_0)\left(m'\sqrt{a'}\,x'' + m''\sqrt{a''}\,x'\right)\\ &\quad = m'\Phi_{0,1}(x'') + m''\Phi_{0,2}(x') + \text{const.}; \end{aligned}\right.$$

c'est là une intégrale du problème, et nous l'avons obtenue sans rien négliger dans les fonctions Φ.

» En désignant par M des constantes dont on formera aisément les expressions, l'intégrale (6) peut s'écrire

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{M}''_1\frac{1-x''}{2} - \mathrm{M}''_2\left(\frac{1-x''}{2}\right)^2 + \mathrm{M}''_3\left(\frac{1-x''}{2}\right)^3 - \ldots\\ &+\mathrm{M}'_1\frac{1-x'}{2} - \mathrm{M}'_2\left(\frac{1-x'}{2}\right)^2 + \mathrm{M}'_2\left(\frac{1-x'}{2}\right)^2 - \ldots = \mathrm{C}. \end{aligned}\right.$$

Telle est la relation rigoureuse qui lie x' et x''; il faudrait maintenant, pour achever la solution, en tirer x'' en fonction de x', et, en portant cette va-

leur dans la première équation (4), on aurait

$$dt = \varphi(x')dx';$$

on se trouverait ainsi ramené à une quadrature.

» Mais nous ne pouvons pas faire ce calcul analytique, et, du reste, ce qui nous intéresse dans la question actuelle n'est pas tant d'avoir les expressions de x' et x'' en fonction du temps que de savoir entre quelles limites x' et x'' peuvent varier.

» Pour trouver ces limites, nous remarquons qu'on doit avoir constamment

$$U^2 = 1 - x_0^2 - x'^2 - x''^2 + 2x_0 x' x'' > 0,$$

d'où

$$(8) \qquad x'^2 + x''^2 - 2x_0 x' x'' < 1 - x_0^2.$$

Nous sommes donc ramené à trouver tous les systèmes de valeurs de x' et x'', vérifiant l'équation (7) et satisfaisant à l'inégalité (8).

» Il nous sera commode d'avoir recours à des considérations géométriques. Considérons la courbe (E) ayant pour équation

$$(9) \qquad x'^2 + x''^2 - 2x_0 x' x'' = 1 - x_0^2,$$

x'' désignant une abscisse et x' une ordonnée; cette courbe est une ellipse; l'équation (7) représentera de même une courbe (C), et nous aurons à déterminer sur cette courbe (C), en partant de la position initiale $M_0(x'_0, x''_0)$, tous les points qui sont intérieurs à l'ellipse (E); il faudra chercher l'intersection des deux courbes.

» Il convient de remarquer que l'ellipse a pour centre l'origine des coordonnées, et pour axes les bissectrices des angles des axes; x_0 diffère très peu de 1 (c'est le cosinus de l'inclinaison mutuelle des orbites de Jupiter et de Saturne, laquelle est de 1°15′14″); le petit axe de cette ellipse n'est guère que la centième partie du grand, de sorte que l'ellipse se confond presque avec son grand axe.

» Quand on se borne à la première approximation, l'équation (7) devient

$$M''_1 \frac{1 - x''}{2} + M'_1 \frac{1 - x'}{2} = C;$$

la courbe (C) devient une ligne droite, et il est facile de voir que l'équation (3) revient à

$$M''_1 + M'_1 = 0,$$

ce qui exprime que la droite est parallèle au grand axe de l'ellipse.

» Dans l'approximation suivante, l'équation (7) donne

$$M''_1 \frac{1-x''}{2} + M'_1 \frac{1-x'}{2} - M''_2\left(\frac{1-x''}{2}\right)^2 - M'_2\left(\frac{1-x'}{2}\right)^2 = C.$$

M'_2 et M''_2 ont le même signe; la courbe (C) est alors une ellipse (E') dont les axes sont parallèles aux axes de coordonnées. Nous sommes donc amené à chercher l'intersection des deux ellipses (E) et (E'). L'ellipse (E') passe par le point M_0, intérieur à (E); le calcul numérique montre que, pour $a = a_0$ et pour les valeurs voisines, le centre de la seconde ellipse est extérieur à la première. Nos courbes se couperont donc toujours au moins en deux points; elles pourront aussi être tangentes ou se couper en quatre points.

» S'il arrive que, en donnant à a une série de valeurs, on passe par une valeur a_1 pour laquelle les deux ellipses soient tangentes, et que, pour $a < a_1$, on ait deux points d'intersection et quatre pour $a > a_1$, l'amplitude des variations de x'' se trouvera brusquement modifiée quand a passera par la valeur a_1.

» J'abandonne maintenant cette seconde approximation pour revenir à l'équation générale (7), que j'écris comme il suit :

$$(10) \qquad X'' + X' = C,$$

en posant

$$(11) \qquad \begin{cases} X'' = M''_1 \dfrac{1-x''}{2} - M''_2\left(\dfrac{1-x''}{2}\right)^2 + M''_3\left(\dfrac{1-x''}{2}\right)^3 - \ldots, \\ X' = M'_1 \dfrac{1-x'}{2} - M'_2\left(\dfrac{1-x'}{2}\right)^2 + M'_3\left(\dfrac{1-x'}{2}\right)^3 - \ldots. \end{cases}$$

» J'ai considéré dix valeurs numériques équidistantes de a, la première étant 1,98021, et la dernière 2,08021; on voit que la cinquième de ces valeurs est précisément a_0, et, pour chacune de ces dix valeurs de a, j'ai construit une Table numérique donnant la valeur de X'' avec l'argument $\nu'' = \frac{1-x''}{2}$, et une autre Table donnant de même X' avec l'argument $\nu' = \frac{1-x'}{2}$. L'emploi de ces vingt Tables permettra, dans chaque cas, pour des valeurs de a comprises entre les limites fixées plus haut, et pour des valeurs données de x'_0 et x''_0, valeurs de x' et x'' pour $t = 0$, de déterminer numériquement les limites entre lesquelles varieront x' et x''. On com-

prend, en effet, que l'emploi de ces Tables permettra de résoudre numériquement les équations (7) et (9).

» J'ai fait une application de ce qui précède au cas où, à l'origine, les pôles des trois orbites forment un triangle sphérique équilatéral. On a alors

$$x'_0 = x''_0 = x_0 = \cos 1^\circ 15' 14''.$$

» Je vais indiquer le résultat de mes calculs par le Tableau suivant, dans lequel L désigne le maximum de l'inclinaison de l'orbite de la planète m sur l'orbite de Jupiter :

N°.	L.	N°.	L.
I........	6°.40′	VI.......	18°. 9′
II........	8.12	VII.......	20.43
III.......	10.15	VIII.....	23. 8
IV.......	12.45	IX.......	9.28
V........	15.27	X........	6.50

» On voit que, a variant de sa huitième à sa neuvième valeur, c'est-à-dire de 2,04021 à 2,06021, la limite L s'abaisse brusquement de 23° 8′ à 9° 28′. C'est que, dans l'intervalle, la courbe (C) est devenue tangente à l'ellipse (E). J'ai trouvé que cela a lieu pour

$$a = a_1 = 2,05480,$$

et j'ai montré que, quand a est un peu plus petit que a_1, l'inclinaison de l'orbite de m sur l'orbite de Jupiter peut s'élever à 24° 43′ environ, et que, pour peu que a dépasse cette valeur a_1, le maximum précédent s'abaisse à 12° 25′, c'est-à-dire qu'il diminue de moitié.

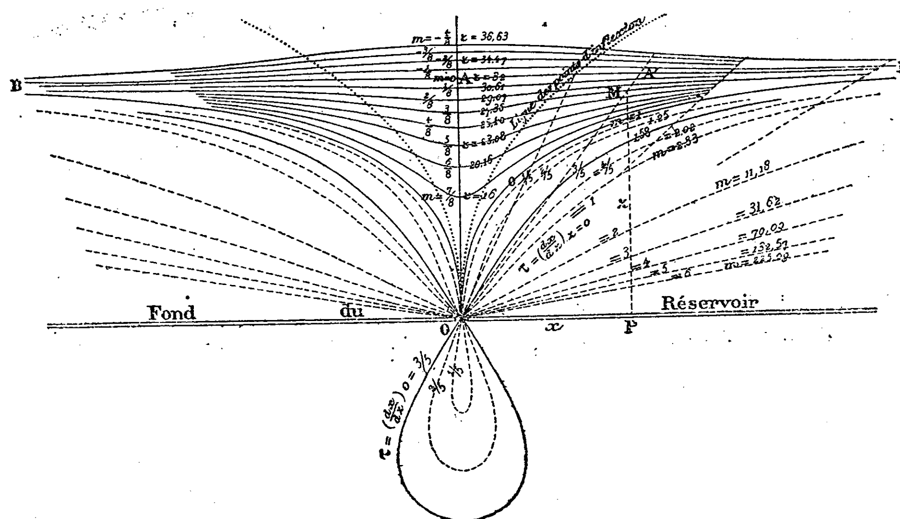
» En nous bornant au cas particulier que nous avons traité, on voit que l'inclinaison, qui, en vertu de la première approximation, *pouvait* grandir considérablement, croît réellement beaucoup, puisqu'elle peut s'élever jusqu'à près de 25°; mais, pour $a < 1,98021$ ou $a > 2,08021$, ce maximum devient inférieur à 7°. Il existe donc, dans le voisinage de $a = 2$, autour du Soleil, une région resserrée où les inclinaisons d'un astéroïde sur le plan de l'orbite de Jupiter peuvent atteindre des valeurs très notables, et il est bien remarquable que cette région coïncide avec la limite inférieure des moyennes distances au Soleil des petites planètes actuellement connues. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice;* par M. DE SAINT-VENANT.

« 5. Il y a, comme nous avons dit dans notre article du 3 avril (p. 904), un moyen, meilleur que le procédé graphique de la *fig.* 1, pour connaître, surtout dans les parties inférieures du réservoir, jusqu'à des époques aussi éloignées qu'on veut, et même, à l'opposé, rétrospectivement, les curieuses courbes transformées des lignes fluides formées par les molécules dans l'intérieur du réservoir d'où l'eau s'écoule d'une manière permanente ou non permanente.

» C'est de déterminer et de construire par points leurs équations en coordonnées rectangles ou polaires.

Fig. 2.



» Soit, par exemple, toujours (*fig.* 2), la ligne d'eau horizontale BAB, parallèle au fond du réservoir percé du petit orifice. Appelons, en prenant pour origine et pour pôle le centre de celui-ci :

a la distance OA;

a' le rayon vecteur OA′ d'un point quelconque A′ de BAB;

r le rayon vecteur OM du point M où sera arrivée la molécule A′ lorsque se sera écoulée, par l'orifice, la proportion m du volume $\frac{2}{3}\pi a^3$ de la demi-sphère fluide de rayon OA.

» Soient encore α l'angle AOA′, et x, z les coordonnées rectangles OP,

PM du point M, enfin ε le rayon vecteur répondant à $a' = a$, ou l'ordonnée z du sommet de chaque transformée.

» Comme le volume d'eau $m\frac{2\pi}{3}a^3$ écoulé pendant que A' arrivera en M devra être égal à la différence des volumes des deux demi-sphères de rayons $OA' = a'$ et $OM = r$, si l'on divise les trois volumes par $\frac{2}{3}\pi$, on devra avoir

$$a'^3 - r^3 = ma^3,$$

d'où

$$(10) \qquad r = \sqrt[3]{a'^3 - ma^3} = a\sqrt[3]{\left(\frac{a'}{a}\right)^3 - m} = a\sqrt[3]{\frac{1}{\cos^3\alpha} - m}.$$

» En choisissant comme on voudra une valeur de l'angle polaire α, ou, plus facilement, une valeur du rapport $\frac{a'}{a}$ des deux longueurs OA', OA, et en donnant ensuite à la fraction m une suite de valeurs, on obtiendra, sur la ligne OA', un pareil nombre de points où arrivera successivement la molécule A'.

» C'est ainsi, en supposant $a = 32^{mm}$, que nous avons, sur les lignes inclinées $a' = \frac{9}{8}a, \frac{5}{4}a, \frac{3}{2}a, 2a$, obtenu les rayons vecteurs r, et par conséquent les divers points des sept transformées dont les sommets, situés sur OA, portent les cotes $m = \frac{1}{8}, \frac{2}{8}, \frac{3}{8}, \ldots, \frac{7}{8}$, fractions substituées dans

$$(11) \qquad r = 32\sqrt[3]{\left(\frac{a'}{a}\right)^3 - m} = 16\sqrt[3]{\left(2\frac{a'}{a}\right)^3 - 8m}.$$

» Comme (10) ne change pas en changeant α en $-\alpha$, elles sont toutes symétriques par rapport à OA.

» Dans cette formule (11), on peut donner à m *des valeurs négatives*. On obtient ainsi des transformées rétrospectives de la droite BAB, ou les courbes fluides *qui se transforment en cette droite* quand il s'est écoulé une ou plusieurs fois le $\frac{1}{8}$ du volume $\frac{2}{3}\pi a^3$. Telles sont les quatre courbes près des sommets desquelles nous avons écrit $m = -\frac{1}{8}, -\frac{2}{8}, -\frac{3}{8}, -\frac{4}{8}$. Elles ont, comme les courbes répondant à m positif, la droite BAB pour asymptote.

» La transformée $m = \frac{7}{8}$ a, pour son rayon vecteur ε répondant à $a' = a$,

$$r = \varepsilon = z \text{ (pour } x = 0) = a\sqrt[3]{1 - \frac{7}{8}} = \frac{a}{2}.$$

» 6. Pour des valeurs positives de m entre $\frac{7}{8}$ et a, comme les rayons

vecteurs r fournis par l'équation polaire (10) ou (11) coupent trop obliquement les transformées, il est préférable d'en obtenir les points en établissant l'équation de celles-ci en coordonnées rectangles x, z.

» On obtient cette équation en remarquant que

$$\frac{x}{z} = \frac{\sqrt{a'^2 - a^2}}{a}, \quad x = \pm z\sqrt{\left(\frac{a'}{a}\right)^2 - 1}, \quad \frac{z}{a} = \frac{r}{a'},$$

d'où

$$\text{(13)} \qquad \frac{z^3}{a^3} = \frac{a'^3 - ma^3}{a'^3} = 1 - m\left(\frac{a}{a'}\right)^3, \quad \frac{a'}{a} = \left(\frac{m}{1 - \frac{z^3}{a^3}}\right)^{\frac{1}{3}},$$

qui, substitué, donne pour l'équation désirée, en $x = \mathrm{OP}$, $z = \mathrm{PM}$, de toutes les transformées de la ligne BAB_1, ou *pour toutes les coupes méridiennes* des surfaces de révolution dans lesquelles se transforme le plan BAB parallèle au fond,

$$\text{(14)} \qquad x = \pm z\sqrt{\left(\frac{m}{1 - \frac{z^3}{a^3}}\right)^{\frac{2}{3}} - 1}.$$

» Cette équation, quand on y fait $x = 0$, donne, résolue en z, les trois racines

$$\text{(15)} \qquad z = 0, \quad z = a\sqrt[3]{1 - m}, \quad z = a\sqrt[3]{1 + m}.$$

» Elle représente donc à la fois, pour toute valeur plus petite que 1 :

» 1° Un point *isolé* ou *conjugué*, savoir le point $\mathrm{O}(x = 0,\ z = 0)$;

» 2° et 3° Deux branches, savoir une de celles qui ont leur sommet entre A et O, et une de celles qui ont leur sommet au-dessous de A.

» 7. Différentiée en z, cette même équation (14) donne

$$\text{(16)} \quad \frac{dx}{dz} = \frac{\dfrac{m^{\frac{2}{3}}}{\left(1 - \frac{z^3}{a^3}\right)^{\frac{5}{3}}} - 1}{\sqrt{\left(\dfrac{m}{1 - \frac{z^3}{a^3}}\right)^{\frac{2}{3}} - 1}}, \quad \left(\frac{dx}{dz}\right)_{z=0} = \sqrt{m^{\frac{2}{3}} - 1}, \quad \left(\frac{dx}{dz}\right)_{z=a} = \infty.$$

Ainsi $\frac{dx}{dz}$, au point $z = 0$, est nul pour $m = 1$, ce qui prouve que la courbe répondant à $m = 1$ est la transformée qu'on a au moment où tout

le volume fluide $\frac{2}{3}\pi a^3$ est passé par l'orifice, *à un point de rebroussement* en O.

» Différentiant encore, on trouve

$$a^2 \frac{d^2x}{dz^2} = \frac{z^3}{a^3} \frac{m^{\frac{2}{3}}}{\left(1 - \frac{z^3}{a^3}\right)^{\frac{8}{3}}} \left[\left(\frac{m}{1 - \frac{z^3}{a^3}}\right)^{\frac{2}{3}} - 1\right]^{-\frac{2}{3}} \left[4\left(\frac{m}{1 - \frac{z^3}{a^3}}\right)^{\frac{2}{3}} - 4 - \frac{z^3}{a^3}\right],$$

ou, d'après ce que donne pour $\frac{x^2}{z^2}$ l'équation (14) élevée au carré,

$$(18) \qquad \frac{d^2x}{dz^2} = \frac{z^3}{a^3} m^{\frac{2}{3}} \left(1 - \frac{z^3}{a^3}\right)^{-\frac{8}{3}} \cdot \left(4\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^5}{a^5}\right);$$

quantité nulle pour $z = 0$ et infinie pour $z = a$; mais nulle aussi, comme M. Boussinesq me l'a fait remarquer, pour tous les points d'une courbe dont l'équation est

$$(19) \qquad \frac{4x^2}{a^2} - \frac{z^5}{a^5} = 0, \quad \frac{x}{a} = \pm \frac{1}{2}\sqrt{\frac{z^5}{a^5}}.$$

» Cette courbe, qui a un point de rebroussement en O, est le lieu des points d'inflexion de toutes les transformées (17). C'est celle que nous avons tracée en ponctué de part et d'autre de OA.

8. Quand $m > 1$, ou après que la demi-sphère fluide de rayon $OA = a$ est passée par l'orifice, l'affluence du liquide dont la masse est indéfinie continue de produire des transformées de la ligne BAB. En appelant τ la tangente trigonométrique de l'angle que fait avec OA la tangente menée en O à une quelconque de ces transformées, l'équation (14) ou (16) donne

$$(20) \qquad \tau = \left(\frac{x}{z}\right)_{z=0} = \left(\frac{dx}{dz}\right)_{z=0} = \sqrt{m^{\frac{2}{3}} - 1}, \quad \text{d'où} \quad m = (1 + \tau^2)^{\frac{3}{2}}.$$

» Toutes ces transformées $m > 1$, dont l'équation sera toujours celle (14), ont en O un point multiple ou offrent l'intersection de deux demi-branches faisant entre elles un angle dont la moitié a pour tangente trigonométrique τ.

» Elles ont des sommets, mais placés *au-dessous* de O, et dont les ordonnées s'obtiennent en faisant $x = 0$ dans (14), ce qui donne, outre $z = 0$,

$$(21) \qquad z = -a\sqrt[3]{m - 1}.$$

Chacune de ces courbes forme ainsi, au-dessous du fond et de l'orifice, une

boucle ou rosette étrangère à la question physique; leurs plus grandes abscisses ou demi-largeurs sont $\left(m^{\frac{2}{3}}-1\right)_a^{\frac{5}{6}}$ et les ordonnées correspondantes sont $-a\sqrt[3]{m^{\frac{2}{3}}-1}$.

» Leurs parties *physiques* ou au-dessus du fond ont, comme les courbes $m<1$, BAB pour asymptote; elles se rapprochent de plus en plus du fond à mesure que m augmente, mais elles ne s'y étaleraient que pour $m=\infty$.

» La courbe $m=1$ à rebroussement en O opère leur liaison avec les transformées du système $m<1$.

» Nous avons tracé par points sept de ces courbes $m>1$, et les rosettes ou prolongements idéaux de trois d'entre elles. Elles répondent à

$\left(\frac{dx}{dz}\right)_{z=0}=\tau=0,$	$\frac{1}{5},$	$\frac{2}{5},$	$\frac{3}{5},$	1,	2,	3,	4,	5,	6,	
$m^{\frac{2}{3}}=1+\tau^2=1,$	1,04,	1,16,	1,36,	2,	5,	10,				
$m=1,$	1,061,	1,249,	1,582,	2,828,	11,180,	31,63,	70,09,	132,6,	225,1,	

Plus grandes abscisses des rosettes .... $x=0,046a$, $0,138a$, $0,264a$

Ordonnées correspondantes .... $-z=0,288a$, $0,453a$, $0,587a$

» Dans une dernière Communication nous donnerons la loi des vitesses dans les masses d'eau dont les dimensions latérales sont finies, ou dans des vases à parois verticales dont les orifices pourront être proches. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Essai philosophique sur la méthode nommée par son auteur « Science de l'ordre »*; par M. YVON VILLARCEAU.

« Je me propose de montrer ici comment, en se laissant guider par une philosophie qui n'est autre que celle du bon sens, appliqué à établir un rapprochement convenable entre les conditions du problème à résoudre et les principes généraux de la Science, on est directement conduit à édifier la *Science de l'ordre;* je montrerai également qu'un simple défaut d'attention suffit pour produire la déviation qui conduit à la *Science* appelée, par Wronski, d'un nom que je veux éviter de reproduire.

» Avant d'entrer en matière, je présenterai quelques mots d'explication au sujet du Mémoire qui a été inséré au tome II des *Annales du Bureau des Longitudes.* Le but de ce Mémoire était de vérifier l'exactitude des formules de Wronski : dans ce travail d'investigation, je me suis laissé guider

par l'auteur de la nouvelle méthode, tant que j'ai cru saisir son idée; et, sans rien sacrifier de l'exactitude des théories générales de la Mécanique céleste, j'ai atteint le but proposé. J'ai fait remarquer qu'il eût été facile de reprendre la rédaction de mon travail, en vue des conclusions qui s'en dégagent; mais il a paru préférable de le publier sans y rien changer.

» Ce travail offre le champ libre à la discussion et l'on ne trouvera pas mauvais que je l'engage moi-même.

» Je demande la permission d'expliquer préalablement comment je comprends l'usage du bon sens, dans le problème du mouvement des corps célestes; pour cela, j'examinerai deux manières distinctes d'aborder la question du mouvement d'un point matériel, sollicité par des forces connues F.

» Le principe général de la dynamique d'un point matériel m se résume dans la relation fondamentale

$$(a) \qquad m\frac{d^2x}{dt^2} = \Sigma\,\mathrm{F}\cos(\mathrm{F}, x),$$

où x désigne l'abscisse de m, parallèle à un axe fixe des x, dont la direction est *quelconque*.

» L'une des deux manières consiste à écrire deux autres relations pareilles à la formule (a), en y changeant x en y et en z : on forme ainsi trois équations différentielles du second ordre qu'il reste à intégrer. Observons d'abord que ces équations, tant que les directions des trois axes restent *indéterminées*, n'apprennent rien directement sur le mouvement du point m dans l'espace, et qu'il est nécessaire d'effectuer certaines combinaisons de ces équations, pour en dégager quelques théorèmes.

» L'autre manière consiste à faire un choix *déterminé* de l'axe sur lequel on projette les vitesses et les forces [1]. Si, par exemple, on fait successivement coïncider la direction de l'axe fixe avec les directions *momentanées* de la vitesse, du rayon de courbure et de la normale au plan osculateur, on obtient immédiatement trois théorèmes bien connus, qui établissent des

---

[1] En faisant l'application de ce principe aux trois directions des axes mobiles des x_1, y_1, z_1, de l'expression générale de la composante des forces perturbatrices, obtenue relativement à une direction fixe quelconque de l'axe des x, nous aurions déduit directement, de la composante X (p. 58 du Mémoire), les expressions (119) des composantes X_1, Y_1, Z_1, qui ont été obtenues au moyen de l'analyse des coordonnées rectangulaires, suivant une habitude à laquelle on cède quelquefois trop facilement.

relations entre les composantes des forces suivant les trois directions, la vitesse, sa dérivée première et le rayon de courbure, relations éminemment simples.

» Ce préambule a pour unique objet de montrer l'importance d'un choix convenable de la direction des axes de projection des forces et des vitesses.

» Revenons au problème du mouvement d'un corps céleste, sollicité par une force prépondérante qui émane du Soleil, et par les forces perturbatrices, produites par l'action des planètes. Ce problème donne lieu à deux problèmes distincts qu'il sera évidemment avantageux de traiter séparément : 1° le mouvement dans le plan *temporaire* de l'orbite, déterminé par deux rayons vecteurs consécutifs, ayant leur origine au centre du Soleil; 2° le mouvement de ce même plan.

» Si l'on désigne par x_1, y_1, z_1 trois axes de projection, pris, les deux premiers, dans le plan de l'orbite, et le troisième normalement à ce plan, le mouvement dans le plan de l'orbite ne dépendra que des composantes des forces suivant les axes des x_1 et y_1 : en le supposant déterminé, les composantes suivant z_1 détermineront spécialement le mouvement du plan lui-même; comme ces dernières composantes sont normales au rayon vecteur, elles ne dépendront que des forces perturbatrices.

» Il reste, en ce qui concerne le mouvement dans le plan de l'orbite, à choisir entre les diverses droites situées dans ce plan, pour assigner les directions des axes des x_1 et des y_1. Or, si l'on prend, pour la première, celle du rayon vecteur, et, pour la deuxième, une perpendiculaire à ce rayon, les composantes suivant x_1 se réduiront à l'action solaire prise en signe contraire, et aux composantes des forces perturbatrices suivant le même axe; tandis que les composantes suivant y_1 ne dépendront que des forces perturbatrices.

» On remarquera qu'avec ce système d'axes l'action solaire ne figure que dans une seule des trois composantes et qu'elle y entre en vraie grandeur. Tout autre système des axes des x_1 et y_1, celui, par exemple, qui consisterait à prendre la direction de la vitesse et une normale à cette vitesse, donnerait lieu à deux composantes qui, l'une et l'autre, contiendraient les projections de l'action solaire sur les axes ainsi choisis.

» En ne considérant donc que la simplicité des expressions des composantes des forces, on est conduit à choisir, pour axes de projection, la direction du rayon vecteur, celle d'une perpendiculaire à ce rayon, menée dans le plan de l'orbite, et la direction de la normale au même plan.

» Cela peut faire présumer, mais ne prouve pas, que les expressions des dérivées des coordonnées, parallèles aux axes, jouiront du même degré de simplicité que les composantes des forces. Toutefois, la vérification est facile et elle prononce en faveur du système proposé, eu égard à l'extrême simplicité que présentent les résultats, lorsqu'on effectue les premières intégrations, sans rien négliger.

» Je viens d'indiquer comment on arrive naturellement, pour ainsi dire, à fixer le choix des axes : Wronski a pu le faire, en se basant sur des considérations d'une autre nature; il ne lui en reste pas moins le haut mérite de l'invention. (Les *Prolégomènes du Messianisme* ont été publiés le 15 août 1842.)

» Le choix des axes étant fixé, comme il vient d'être dit, il s'agit de former les équations différentielles correspondantes, suivant la théorie des mouvements relatifs : on peut y parvenir de diverses manières, entre lesquelles j'ai préféré l'emploi de la méthode que fournit l'analyse des coordonnées rectangulaires.

» De quelque autre manière que l'on s'y prenne, on arrivera nécessairement aux relations suivantes [éq. (14), (15) et (16) du Mémoire précité]:

$$(b) \qquad k = \int Y_1 r\,dt,$$

$$(c) \qquad r^2 \frac{d\Phi}{dt} = k,$$

$$(d) \qquad \frac{d^2 r}{dt^2} = -\frac{f\mu - X_1 r^2}{r^2} + \frac{k^2}{r^3},$$

dans lesquelles X_1 et Y_1 désignent les sommes des composantes des forces perturbatrices suivant x_1 et y_1, $\frac{f\mu}{r^2}$ l'action solaire, r le rayon vecteur et Φ l'angle de r, avec une droite fixe, prise dans le plan mobile de l'orbite. (Je ne reproduis pas ici les relations qui déterminent le mouvement du plan de l'orbite, et sur lesquelles il n'y a lieu de faire aucune remarque.)

» Pour effectuer une première intégration des équations (c) et (d), on transformera la seconde, en posant

$$(e) \qquad \frac{k^2}{p} = f\mu - X_1 r^2,$$

relation où p désigne une nouvelle variable, dont la signification géométrique résultera des intégrations : l'équation (d) sera ainsi remplacée par la suivante

$$(f) \qquad \frac{d^2 r}{dt^2} = -\frac{k^2}{pr^2} + \frac{k^2}{r^3} \text{ (1)}$$

[on voit que la forme donnée à la relation (e) est, pour ainsi dire, dictée par la considération de l'homogénéité.]

» Je multiplie (f) par $2dr$, et j'intègre le second membre par parties, ce qui permet de ranger à part les termes, très peu variables, qui dépendent des différentielles de k et de p. Posant, en conséquence,

$$(g) \qquad U = 2\int \frac{1}{r}\, d\frac{k^2}{p} - 2\int \frac{k}{r^2}\, dk,$$

j'obtiens immédiatement

$$(h) \qquad \frac{dr^2}{dt^2} = 2\frac{k^2}{pr} - \frac{k^2}{r^2} - U.$$

» Si l'on élimine dt entre celle-ci et l'équation (c), on a, pour équation différentielle de la trajectoire,

$$(i) \qquad \frac{1}{r^2}\frac{dr^2}{d\Phi^2} = 2\frac{r}{p} - 1 - U\frac{r^2}{k^2}.$$

» Comme on n'a pas distingué, jusqu'ici, entre les mouvements *troublé* et *non troublé*, les expressions (c) et (h) suffisent pour faire voir que les expressions des dérivées premières de Φ et de r conserveront la même forme *dans les deux cas;* les valeurs des auxiliaires k, p, U et le rayon vecteur r acquerront seulement des valeurs spéciales à l'un et l'autre.

» Le reste des calculs s'effectuerait en suivant la marche adoptée dans le Mémoire, à cela près qu'on devrait éviter l'introduction de la quantité w dont il a été fait usage, et qui est liée à k et p par la relation $pw = k$.

» Il est actuellement essentiel de faire remarquer que l'on obtient, pour intégrales premières, les relations (c) et (h) qui sont *rigoureusement exactes*, ainsi que l'équation différentielle (i) de la trajectoire. C'est ici que la *Science de l'ordre* se distingue de l'autre science. Dans la première, on

---

(1) En procédant comme on le fait ici, on évite l'introduction d'une idée préconçue, consistant dans la modification de l'expression ordinaire du demi-paramètre et celle d'une nouvelle constantevariab le w [éq. (80) et (81) du Mémoire].

n'a besoin de recourir à la variation des constantes arbitraires que pour effectuer les intégrations restantes ou deux intégrations du premier ordre; tandis que, dans la seconde, les géomètres ont cru plus simple d'obtenir les intégrales du mouvement non troublé, en négligeant, tout d'abord, les forces perturbatrices dans les équations différentielles du deuxième ordre, et appliquant la méthode de la variation des constantes arbitraires, pour satisfaire finalement à ces équations : de là, « l'extrême complication » des résultats, que la *Science de l'ordre* évite en n'appliquant ladite méthode, répétons-le, qu'aux équations fournies par une première intégration.

» Tels sont les caractères distinctifs de la *Science de l'ordre* et de *l'ancienne Mécanique céleste*. On ne s'étonnera pas qu'une distinction de cette nature ait échappé aux géomètres : il existe des exemples de faits analogues; il suffira d'en rappeler un.

» Pendant longtemps, les géomètres ont été arrêtés par la difficulté qu'ils rencontraient à tenir compte de la variation du moyen mouvement n, dans la relation qui lie le temps t à l'anomalie excentrique : on trouvait d'abord que le terme nt donnait lieu au terme $t\,dn$, terme essentiellement séculaire. Après de longues discussions, on a fini par reconnaître que le terme nt, dans ladite relation, pouvait et devait être remplacé par $\int n\,dt$.

» En attendant qu'une philosophie supérieure nous trace une voie plus directe, on préférera sans doute suivre celle qu'on vient d'indiquer et qui permet d'édifier si facilement la *Science de l'ordre*. Quels que soient, au surplus, les perfectionnements des méthodes d'investigation que l'avenir réserve à la Science, grâce aux travaux de Wronski, la Mécanique céleste se trouve maintenant dégagée de complications, dont les astronomes-géomètres auront reconnu la véritable cause. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Emploi de la photographie instantanée pour l'analyse des mouvements chez les animaux;* par M. **Marey**.

« Les expériences que j'ai l'honneur d'exposer devant l'Académie se rattachent anx études que j'ai faites il y a une douzaine d'années sur la locomotion animale, études que j'ai dû suspendre, mais que je compte reprendre aujourd'hui en les développant davantage.

» Mes premières expériences sur la locomotion étaient faites au moyen

de la chronographie ; elles traduisaient fidèlement les rythmes des allures de l'homme et des animaux, c'est-à-dire l'instant et la durée des appuis de chaque membre sur le sol. Plus tard, par une méthode déjà plus délicate, j'inscrivais les phases d'élévation et d'abaissement des ailes d'un oiseau qui vole, la trajectoire décrite dans l'espace par la pointe de l'aile, les changements du plan alaire, les oscillations du corps dans leurs rapports avec les mouvements du vol ([1]).

» Les renseignements donnés par la méthode graphique étaient d'une grande précision ; ils corrigeaient bien des erreurs d'observation et résolvaient certaines questions litigieuses de mécanique animale ; mais les notions fournies par cette méthode étaient encore incomplètes. Ainsi, en ce qui concerne les allures du cheval, j'ai essayé de faire représenter les attitudes de cet animal à différents instants du pas de chaque allure ; or, les figures faites d'après les données de la chronographie, parfaitement correctes pour la position des membres à l'appui, présentaient parfois des incorrections pour celle des membres au levé. J'en eus la preuve lorsque parurent les belles photographies instantanées de M. Muybridge, de San-Francisco, l'image d'un cheval saisie en $\frac{1}{500}$ de seconde donnant, même aux allures les plus rapides, l'attitude réelle presque aussi nettement que si l'animal eût été immobile.

» Le Journal *la Nature* venait de publier quelques-unes des figures de M. Muybridge ; je m'empressai d'écrire au rédacteur en chef, mon ami G. Tissandier, pour lui exprimer mon admiration pour ces belles expériences et pour le prier d'engager leur auteur à appliquer la photographie instantanée à l'étude du vol des oiseaux. J'émettais alors l'idée d'un fusil photographique à répétition analogue au revolver astronomique imaginé par notre confrère M. Janssen pour observer le dernier passage de Vénus. Ce fusil donnerait une série d'images successives prises à différents instants de la révolution de l'aile. Enfin, ces images, disposées sur un phénakisticope de Plateau, devraient reproduire l'apparence du mouvement des animaux ainsi représentés.

» Cette lettre me valut, de la part de M. Muybridge, l'envoi d'une collection de ses belles photographies et l'assurance qu'il appliquerait ses appareils à l'étude du mécanisme du vol ; en outre, différents auteurs adaptèrent à des zootropes, soit des figures construites d'après mes notations chrono-

---

([1]) *La machine animale*, 1re édition ; 1873.

graphiques, soit les images obtenues par le célèbre photographe américain, et obtinrent ainsi une représentation saisissante d'animaux en mouvement ([1]).

» Au mois de septembre dernier, M. Muybridge vint à Paris, apportant une riche collection de photographies instantanées qui représentaient, non seulement le cheval à diverses allures, mais l'homme se livrant à différents exercices : la course, le saut, l'escrime, la lutte, etc. Dans la collection de M. Muybridge il y avait aussi quelques photographies d'oiseaux au vol, mais ce n'était plus, comme pour l'homme ou le cheval, la représentation d'attitudes successives : c'étaient des images analogues à celles que M. Cailletet avait obtenues quelques années auparavant et montrant les ailes de l'oiseau dans une position unique, tantôt en élévation, tantôt en abaissement ou dans quelque phase intermédiaire. Ces photographies étaient cependant fort intéressantes : elles vérifiaient ce que la méthode graphique m'avait fait saisir relativement au mécanisme du vol, mais surtout promettaient des renseignements précieux, si l'on pouvait obtenir des images en série, comme M. Muybridge l'avait fait pour l'homme et pour les quadrupèdes.

» Je résolus de consacrer cet hiver à réaliser mon ancien projet de fusil photographique. Le procédé au gélatinobromure d'argent me faisait espérer des images assez nettes avec un temps de pose très court, mais la vitesse avec laquelle devaient se répéter les mouvements qui présenteraient au foyer de l'objectif des points différents de la plaque sensible entraînait certaines difficultés dans la construction de l'instrument. Il fallait, en effet, recueillir au moins dix ou douze images par seconde, afin d'avoir plusieurs attitudes de l'oiseau à chaque révolution de son aile. En outre, cette vitesse m'était imposée par le projet que j'avais formé de disposer la série d'images obtenues dans un phénakisticope, afin de reproduire l'apparence des mouvements du vol de l'oiseau; car on sait que la faible durée de la persistance des images sur la rétine nécessite une répétition fréquente des apparitions lumineuses pour donner à notre œil une sensation continue.

([1]) Parmi les auteurs qui ont réalisé des zootropes avec les photographies instantanées, on doit citer M. Muybridge lui-même; en France, M. Mathias Duval, professeur d'anatomie à l'Ecole des Beaux-Arts, et le colonel Duhousset; en Hongrie, M. Ziekly, professeur à 'Ecole des Beaux-Arts de Buda-Pest; enfin, en Angleterre, plusieurs industriels vendaient, l'an dernier, des zootropes formés avec les figures que M. Muybridge a publiées.

» Je réussis à construire, dans les dimensions d'un fusil de chasse, un appareil qui photographie douze fois par seconde l'objet que l'on vise; chaque image n'exige, comme temps de pose, que $\frac{1}{720}$ de seconde.

» Le canon de ce fusil est un tube qui contient un objectif photographique. En arrière, et solidement montée sur la crosse, est une large culasse cylindrique dans laquelle est contenu un rouage d'horlogerie. Quand on presse la détente du fusil, le rouage se met en marche et imprime aux différentes pièces de l'instrument le mouvement nécessaire. Un axe central, qui fait douze tours par seconde, commande toutes les pièces de l'appareil. C'est d'abord un disque opaque et percé d'une étroite fenêtre. Ce disque forme obturateur et ne laisse pénétrer la lumière émanant de l'objectif que douze fois par seconde, et chaque fois pendant $\frac{1}{720}$ de seconde. Derrière ce premier disque, et tournant librement sur le même arbre, s'en trouve un autre qui porte douze fenêtres et en arrière duquel vient s'appliquer une glace sensible, de forme circulaire ou octogonale. Ce disque fenêtré doit tourner d'une manière intermittente, de façon à s'arrêter douze fois par seconde en face du faisceau de lumière qui pénètre dans l'instrument. Un excentrique placé sur l'arbre produit cette rotation saccadée, en imprimant un va-et-vient régulier à une tige à cliquet qui saisit à chaque oscillation une des dents qui forment une couronne au disque fenêtré.

» Un obturateur spécial arrête définitivement la pénétration de la lumière dans l'instrument aussitôt que les douze images ont été obtenues. D'autres dispositions ont pour but d'empêcher la plaque sensible de dépasser par sa vitesse acquise la place où le cliquet l'amène, et où elle doit être parfaitement immobile pendant la durée de l'impression lumineuse.

» On fait la mise au point en allongeant ou en raccourcissant le canon, ce qui déplace l'objectif en avant ou en arrière; enfin, on vérifie cette mise au point en observant, par une ouverture faite à la culasse du fusil, la netteté de l'image reçue sur un verre dépoli.

» Une *boîte à escamoter*, de forme circulaire, analogue à celles qui existent déjà dans le commerce, me sert à loger vingt-cinq plaques sensibles et à les faire passer dans le fusil sans qu'elles soient exposées à la lumière.

» Avant d'appliquer cet instrument à l'étude du vol, je le soumis à certaines épreuves expérimentales, et les résultats que j'obtins furent satisfaisants.

» On dispose, par exemple, une flèche noire sur un axe central autour

duquel elle tourne en se détachant sur un fond blanc bien éclairé par le soleil. La vitesse de rotation de la flèche est telle que ses extrémités parcourent environ 5^m par seconde, ce qui représente six tours. Le tireur, placé à 10^m, vise le centre de la cible sur lequel on n'aperçoit rien qu'une légère teinte grise générale, à cause de la vitesse de rotation. La plaque sensible, une fois développée, montre douze images disposées circulairement. Sur chacune d'elles la flèche se voit, avec son ombre portée, à peu près aussi nettement que si elle eût été immobile.

» Une autre fois je photographiai un pendule noir oscillant au devant d'une règle blanche portant des divisions. Le pendule battait les secondes, et j'obtins, en effet, douze images représentant les positions successives occupées par le pendule aux différentes phases d'une oscillation complète.

» Pour plus de sûreté dans la mesure des durées, j'adaptai au fusil un appareil chronographique formé d'une capsule à air qui reçoit un choc à chacun des déplacements de la plaque sensible; un tube de caoutchouc relie cette capsule à un appareil inscripteur qui trace sur un cylindre tournant, en même temps qu'un chronographe ou qu'un diapason d'un nombre de vibrations connu. De cette manière, la durée de l'impression lumineuse et l'intervalle de temps qui sépare les images sont mesurés avec une précision satisfaisante.

» Après ces expériences d'essai, j'abordai la photographie d'animaux en mouvement. On voit sur les épreuves une mouette qui vole. Sur d'autres, j'ai obtenu l'image de mouettes volant en plein travers; comme l'oiseau donnait exactement trois coups d'aile par seconde, on trouve dans les douze figures quatre attitudes successives qui se reproduisent périodiquement.

» Les ailes sont d'abord élevées au maximum, puis elles commencent à s'abaisser; dans l'image suivante, elles sont au plus bas de leur course, et dans la quatrième elles se relèvent. Une nouvelle série pareille de mouvements revient alors, et ainsi de suite.

» En agrandissant ces figures, on obtient des images visibles à distance, mais dont la netteté laisse encore à désirer; car mes clichés négatifs sont légèrement grenus, ce que j'attribue à mon peu d'expérience des procédés photographiques. La reproduction de ces images par l'héliogravure ne donne qu'une silhouette noire (*fig.* 1 et 2). Il ne faudrait pas croire, toutefois, qu'on ne puisse jamais obtenir un certain modelé dans les images. J'ai placé sous un microscope à faible grossissement des négatifs obtenus avec

une mise au point bien exacte : sur ces clichés, qui représentent l'oiseau vu d'en haut, on peut aisément compter les rémiges et saisir l'imbrication de ses plumes.

» Si l'on dispose des photographies d'oiseaux sur un phénakisticope, on reproduit bien l'apparence des mouvements du vol, mais les images correspondant à chaque révolution de l'aile sont encore trop peu nombreuses pour se bien prêter à l'analyse des mouvements du vol : il faudra donc en augmenter le nombre. On y peut arriver, par exemple, en doublant la vitesse du mouvement de la plaque et des obturateurs, ce que j'ai

Fig. 1.



Début de l'abaissement de l'aile.

Fig. 2.



Fin de l'abaissement de l'aile.

pu faire avec ce même fusil, tout en ayant encore assez de lumière pour la production des images : la durée de l'éclairage de la plaque n'était alors que de $\frac{1}{1400}$ de seconde; encore l'objectif employé n'était-il pas des plus rapides.

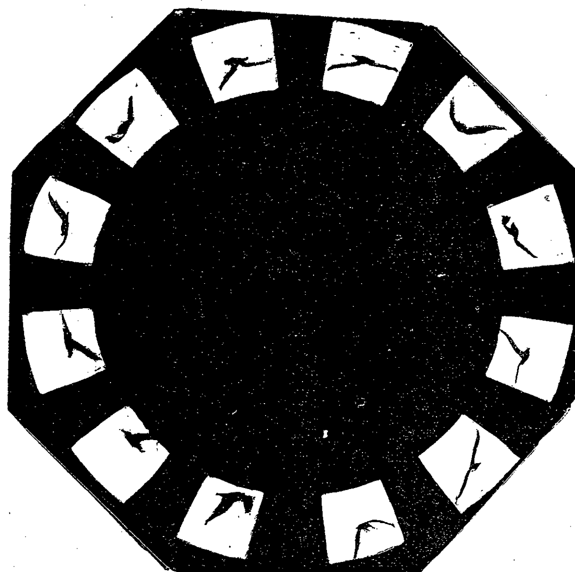
» En photographiant l'oiseau dans d'autres conditions, par exemple lorsqu'il s'éloigne de l'observateur ou qu'il s'en rapproche, lorsqu'il est vu par en dessous ou par en dessus, on obtient d'autres renseignements sur le mécanisme du vol; ainsi, on observe aisément les changements d'inclinaison du plan de l'aile, l'inflexion des rémiges sur la résistance de l'air, les mouvements par lesquels le corps se porte en avant pendant l'abaissement de l'aile, en arrière pendant l'élévation.

» J'ai déjà comparé, à cet égard, les renseignements donnés par la photographie à ceux que m'avait autrefois donnés la méthode graphique, et j'ai obtenu ainsi la confirmation des points principaux que je croyais avoir établis par la première de ces méthodes. Il ne paraît pas douteux que les images photographiques n'ajoutent beaucoup de connaissances nouvelles à celles que nous avons sur le mécanisme du vol. J'attends, pour émettre

à cet égard une opinion fondée, d'avoir recueilli les éléments nécessaires, c'est-à-dire un grand nombre d'images d'oiseaux d'espèces différentes, exécutant le vol ramé ou le planement, soit en temps calme, soit avec du vent soufflant dans des directions variées.

» La chauve-souris est difficile à photographier, à cause de son vol capricieux, de sa petite taille et de l'heure tardive à laquelle elle se montre. Mes meilleures plaques ne m'ont donné que cinq ou six images sur les douze changements de position de la plaque photographique; encore ces images étaient-elles parfois sur la limite du champ de l'instrument. Les rares expériences que j'ai pu faire sur cet animal m'ont toutefois montré

Fig. 3.



certains faits intéressants. On voit, sur les photographies (*fig.* 3), que l'angle d'oscillation des ailes de la chauve-souris est très étendu, surtout par en bas où, à la limite de leur abaissement, les deux ailes forment deux plans verticaux sensiblement parallèles. On constate en outre que la chauve-souris peut voler malgré l'ablation d'une notable étendue de la membrane de ses ailes, pourvu que la partie restante corresponde aux espaces interdigitaux. Ainsi, parmi les images que j'ai recueillies, il en est une qui se retrouve plusieurs fois : il s'agissait d'une chauve-souris dont l'humérus et l'avant-bras apparaissent entièrement dépourvus de membranes; à l'extrémité de l'aile on voit seulement une sorte de petit éventail formé des membranes

interdigitales. L'aile ainsi mutilée exécute des mouvements beaucoup plus étendus que celle qui est intacte.

» Le fusil photographique se prête également à l'étude du mouvement de différentes espèces d'animaux : j'ai photographié des chevaux, des ânes, des chiens, des hommes à pied ou sur des vélocipèdes ; mais je n'ai pas donné suite à ces expériences : elles rentrent dans le programme que M. Muybridge remplit avec tant de succès. Je me propose surtout d'étudier au moyen de la photographie le mécanisme du vol chez les diverses espèces animales. On entrevoit déjà qu'aux différentes formes des oiseaux et des insectes correspondent des différences dans la manière de voler ; or rien ne paraît plus propre à éclairer le mécanisme du vol que cette comparaison de la fonction avec la conformation des organes chez les différentes espèces. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile*; par M. G. DE SAPORTA.

III. — *Terrain pliocène inférieur : Cinérites du Cantal.*

« M. B. Rames a poursuivi ses recherches relatives aux plantes fossiles ensevelies sous les amas de cendres consolidées, provenant des anciennes éruptions volcaniques du Cantal. Voici les principaux résultats qu'il m'a mis à même de constater.

» A deux écailles détachées des strobiles d'un *Abies*, recueillies dans le gisement du Pas-de-la-Mougudo, sont venus se joindre deux rameaux de la même espèce, garnis de feuilles insérées dans un ordre distique, et dont la structure caractéristique dénote sûrement la présence, sur les lieux, du premier Sapin tertiaire dont il nous soit donné d'observer à la fois les divers organes.

» Les feuilles ne sont pas échancrées-bifides au sommet, comme celles de l'*Abies cilicica*, Carr., ni aiguës comme celles de l'*Abies cephalonica*, Link., mais plutôt atténuées-obtuses, comme celles de l'*Abies numidica* de Lannoy ; mais elles ressemblent particulièrement, par leur forme, leur dimension et leur disposition, à celles de l'*Abies Apollinis*, Rauch, sapin des montagnes du Parnasse, introduit dans nos cultures, qui représente une forme locale de l'*A. cephalonica*. Comme les écailles de l'espèce pliocène, dont la conservation est admirable, se rapprochent sensiblement de celles d'un *Abies*

cephalonica qui a fructifié chez moi, et qu'elles reproduisent aussi l'aspect de celles de l'*Abies numidica*, autant que j'ai pu en juger d'après des échantillons communiqués par M. Héring, il s'ensuit que ce sapin pliocène se range presque à une égale distance des deux races actuelles que je viens de citer. A raison même de cette double parenté, je propose de lui appliquer le nom d'*Abies intermedia*.

» Un autre gisement du Cantal, celui de Niac, exploité par le propriétaire ([1]) avec le zèle le plus louable, a droit à une mention toute spéciale. Le hêtre pliocène domine dans cette localité, accompagné d'un cortège d'espèces soit tertiaires, et par conséquent éteintes, au moins en Europe, soit encore vivantes et de nature à déterminer, par cela même, le vrai caractère de l'ancienne végétation.

» Parmi les espèces tertiaires, il faut signaler le *Corylus insignis*, Hr.; le *Planera Ungeri*, Ett.; l'*Acer pseudo-campestre*, Ung.; le *Tilia expansa*, Sap.; enfin le *Pterocarya denticulata*, O. Web., qui touche de très près, il est vrai, au *P. fraxinifolia*, Sp., actuel, de la région du Caucase.

» Parmi les espèces actuelles, je citerai le *Smilax mauritanica*, Desf., et le *Viburnum pseudo-tinus*, Sap., qui se confond presque avec notre laurier-tin. Je mentionnerai encore le *Viburnum rugosum*, Pers., des îles Canaries. Ces deux dernières espèces se retrouvent à Meximieux.

» Je ne saurais passer sous silence un *Ruscus*, assez peu distant de notre *Ruscus aculeatus*, et par-dessus tout la feuille déterminable d'une Renoncule, alliée de fort près au *Ranunculus philonotis*, Rets., espèce sylvicole qui habite de préférence les sols siliceux.

» Cette riche moisson a été complétée par la découverte des organes fructificateurs du hêtre pliocène, découverte qui permet de fixer d'une manière certaine les affinités d'une espèce qui couvrait alors l'Europe entière et que j'avais nommée *Fagus sylvatica pliocenica*. Ses feuilles paraissent offrir des passages gradués vers notre hêtre actuel, tout en manifestant une parenté évidente avec le *Fagus ferruginea* Michx., d'Amérique.

» Le hêtre européen du miocène supérieur et du pliocène inférieur ne constitue évidemment qu'une seule et même espèce. Il a reçu le nom de *Fagus Deucalionis* Ung. et de *Fagus attenuata* Gœpp. Il est répandu en Italie, à l'époque des couches à congéries et se montre également à Schossnitz en Silésie. L'involucre figuré par Ludwig sous le nom de *Fagus horrida*, et qui

---

([1]) Ce propriétaire est M. Rebeyrols, ancien instituteur, aussi honorable qu'intelligent et dévoué au progrès de la science.

provient du miocène récent de Kaichen en Vétéravie, a dû appartenir à la même espèce, dont les aptitudes à un climat plus chaud, sinon moins humide, que celui qui convient à notre *F. sylvatica*, se trouve attestée par son association, à Niac, avec la *Smilax mauritanica* qu'il serait impossible de signaler de nos jours à côté du hêtre.

» Les deux fruits ou plutôt les deux involucres trouvés à Niac ont à peu près la forme et les dimensions de ceux du *F. ferruginea*, qui sont notablement plus petits que ceux de l'espèce européenne. Les valves de l'organe fossile sont hérissées à l'extérieur d'appendices plus courts, plus raides, plus régulièrement recourbés en dehors et moins divariqués que ceux de différentes variétés de notre hêtre. Par ces côtés, l'arbre pliocène se rapproche évidemment de celui d'Amérique.

» Mais il se distingue fort nettement des deux espèces vivantes par les dimensions du pédoncule, dont la longueur excède notablement celle de l'involucre même, tandis que, dans les *Fagus ferruginea* et *sylvatica*, les pédoncules fructifères sont plus courts que l'involucre ou l'égalent à peine. Par leur grosseur, les involucres fossiles tiennent exactement le milieu entre ceux des deux espèces actuelles. Leurs valves ont plutôt la forme de celles des involucres du *F. sylvatica*, mais les piquants dont elles sont hérissées affectent, par leur consistance plus raide, par leur direction recourbée et non divariquée, la physionomie de ceux qui distinguent l'espèce d'Amérique. Le hêtre européen pliocène mérite donc, à raison même de ses traits mixtes, une désignation spéciale, celle de *Fagus pliocenica*, qui s'appliquera à toutes les variétés signalées jusqu'ici à l'état fossile, sur notre continent, à partir du miocène récent et jusque vers le milieu de la période suivante. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur les quarantaines imposées à Suez aux provenances maritimes de l'extrême Orient*; par M. DE LESSEPS.

« Tout en rendant justice aux efforts et au dévouement d'un médecin français, le Dr Ardouin, inspecteur général du service sanitaire, j'ai été témoin, pendant mon récent séjour en Égypte, de tant d'actes arbitraires, inutiles et ruineux pour le commerce, de la part d'une administration agissant sans responsabilité et sans règle fixe, que je me suis empressé, dès mon retour au milieu de vous, de vous entretenir d'une question sur laquelle vous pouvez éclairer le Gouvernement et l'opinion publique.

» Le remarquable Rapport présenté au Comité consultatif d'hygiène

publique par le Dr Fauvel, si compétent dans l'étude des quarantaines, a servi de base à notre règlement général de police sanitaire maritime du 22 février 1876.

» Tout partisan qu'il était du système quarantenaire, M. Fauvel n'en a pas moins prévu les améliorations que l'avenir pourrait y apporter, et il s'est exprimé ainsi :

« Sans doute il faut préserver la santé publique, mais il faut reconnaître aussi que ce devoir n'est pas toujours praticable avec la même facilité, et que d'un autre côté les précautions préventives sont toujours une gêne pour les relations maritimes, d'où la règle qu'elles doivent être appliquées dans la mesure qui concilie tous les intérêts.

» *Il est à peine nécessaire d'ajouter que les prescriptions du nouveau règlement n'ont pas la prétention d'être le dernier mot en matière de prophylaxie maritime.*

» *Il n'est pas impossible de prévoir le jour où, par la force irrésistible qui tend à multiplier les relations internationales, les quarantaines proprement dites disparaîtront et feront place, grâce aux progrès de l'hygiène, aux mesures d'un autre ordre....* »

» Il ajoute :

« Le choléra n'est jamais venu de l'Inde en Europe par la voie maritime.

» Or l'impossibilité de mettre obstacle à la marche des épidémies de choléra diminue naturellement et dans une forte proportion les garanties de la prophylaxie maritime. »

» Une conférence sanitaire internationale, précédemment réunie à Constantinople, avait déclaré qu'elle ne croyait pas que le choléra soit jamais venu directement de l'Inde à Suez; elle a reconnu, au contraire, que les paquebots anglais et français qui font depuis tant d'années le service régulier entre l'Inde et l'Europe, par la voie d'Égypte, n'ont jamais apporté le choléra en Égypte (*Rapport général*, p. 32). Elle a déclaré qu'aucun fait, à sa connaissance, n'autorisait à croire que le choléra eût jamais été introduit à Suez ou en Europe par des marchandises venues de l'Inde.

» Liverpool, le Havre, qui reçoivent des balles de coton chargées dans tous les ports de l'Inde, aux bouches de l'Indus comme à l'entrée du Delta du Gange, Marseille qui voit arriver dans ses ports, par le canal de Suez, des cargaisons formées des éléments les plus divers et de toutes les provinces de l'Asie, n'ont jamais enregistré un seul cas de choléra qui pût être imputé à ces arrivages. Vouloir aujourd'hui soumettre, à Suez, comme on vient de le faire, tout le mouvement du commerce, qui de plus en plus se dirige vers la mer Rouge, à des restrictions et à des entraves qu'aucun fait nuisible à la santé publique n'a pu jusqu'ici justifier, voilà qui excède la juste mesure et ce qu'il paraît nécessaire de réformer. L'ancien système

compliqué de précautions inutiles et vexatoires que l'on a transporté en Égypte ne peut se soutenir par aucune considération plausible.

» Reste la question du pèlerinage.

» Le Rapport général de la Conférence dit :

« La caravane de pèlerins partie de la Mecque en proie au choléra n'a jamais importé la maladie à Damas... On peut en dire autant de la caravane qui, de la Mecque, retourne en Égypte par Suez; celle-ci non plus n'a jamais importé le choléra en Égypte...

» Une expérience qui remonte aux premières apparitions du choléra hors de l'Inde a démontré qu'une caravane nombreuse, partie d'un point où régnait le choléra, s'en débarrassait peu à peu dans sa marche à travers le désert, et arrivait entièrement purgée après un voyage d'une vingtaine de jours. »

» Le Dr Cazalas s'exprime ainsi :

« Le choléra est une maladie spécifique au même titre que la fièvre intermittente et la variole.

» Le choléra n'est pas seulement originaire de l'Inde, il peut prendre naissance spontanément partout.

» Le choléra n'est contagieux ni directement par le contact des personnes ou des choses, ni indirectement par le contact de l'air. Il se contracte par infection dans les foyers cholériques comme la fièvre intermittente par infection dans les foyers paludéens. »

» Les quarantaines sont donc un remède inutile et impuissant contre le choléra. Il faut frapper le mal et empêcher sa propagation dans les foyers où il se forme, dans les lieux de pèlerinage dans l'Inde et en Arabie, où des centaines de mille pèlerins s'accumulent dans les plus mauvaises conditions, lorsque le pèlerinage se fait dans la saison chaude. C'est ce qui a eu lieu cette année pour la première fois depuis longtemps, et ce qui se produira dans les dix années qui vont suivre, jusqu'à ce que le mois correspondant au Ramadan tombe de nouveau dans la saison froide.

» On reconnaît généralement que la fermentation putride des déjections de ces agglomérations humaines, campant pêle-mêle dans des espaces resserrés, émet l'agent toxique, en infecte l'air, et par ce véhicule principal agit sur les voies respiratoires; la même fermentation, par les eaux potables, peut attaquer les voies digestives.

» Le cholérique en lui-même n'est pas dangereux, même aux yeux de la Conférence de Constantinople, puisqu'elle admet qu'il ne communique pas la maladie par la peau, ni par l'exhalation pulmonaire, ni même par les émanations d'un cadavre.

» Que faudrait-il donc faire pour échapper à l'infection? Evidemment

supprimer la cause qui l'engendre, les déjections. Il ne faut pas qu'elles arrivent à fermenter. Il est donc nécessaire de les désinfecter, et de désinfecter aussi, ou mieux encore de détruire, tout objet susceptible d'être contaminé.

» C'est donc uniquement à cette cause, les *déjections à l'état putride*, se manifestant par deux voies principales, le sol et les objets mobiles, qu'il faut imputer la propagation épidémique du choléra, et l'on comprend qu'ayant presque toujours l'atmosphère, et parfois l'eau, pour véhicules, cette cause frappe tantôt un organisme isolé soumis aux effluves des matières qu'un cholérique a rejetées, tantôt, simultanément, des multitudes d'êtres humains réunis dans une circonscription, si la quantité des germes intoxicateurs est assez grande pour former un puissant foyer d'infection.

» Dans un Rapport présenté au Gouvernement bavarois à la suite de l'épidémie de 1854, une Commission spéciale de médecins a formulé les conclusions suivantes :

« Les mesures qui ont pour but de prévenir l'importation du choléra dans un pays qui en est encore indemne, ou d'en arrêter l'extension dans une localité atteinte, au moyen de l'interruption des communications et de la séquestration, sont inefficaces, inexécutables, nuisibles. »

» L'assemblée des médecins de Stockholm déclarant les quarantaines dangereuses a été du même avis.

» Il serait difficile, avec les préjugés dominant actuellement, de faire accepter l'abolition complète des quarantaines, mais lorsque les patentes sont nettes, et que l'équipage et les passagers n'inspirent aucune crainte, il n'est pas admissible de les retenir comme on l'a fait cette année à Suez. A l'avenir, si l'on a des soupçons, une simple observation de vingt-quatre heures serait suffisante pour constater l'absence de maladies contagieuses à bord des navires.

» Une nouvelle Conférence internationale, réunie à Paris, à Londres ou à Bruxelles, sur la demande de notre Gouvernement auprès des divers cabinets de l'Europe, apporterait certainement des modifications aux abus qui se produisent de la part de la Commission internationale égyptienne à l'égard des provenances de la mer Rouge à l'entrée du canal maritime de Suez; on pourrait en même temps prescrire des mesures pour ne pas laisser établir des foyers d'infection cholérique dans les pèlerinages de l'Arabie et de l'Inde.

» J'ai l'honneur de proposer à l'Académie de nommer une Commission

dont les conclusions permettraient au Gouvernement français d'entamer, sur ce sujet important, des négociations avec les gouvernements étrangers. »

Divers Membres de l'Académie, qui ne partagent pas, loin de là, les opinions de M. de Lesseps, présentent au Bureau, après la lecture de cette Note, des objections ou des réclamations dont M. Bouley se propose de se faire l'interprète dans une Communication spéciale et prochaine.

La question sera soumise à l'examen d'une Commission composée de MM. Wurtz, Pasteur, Bouley, Larrey, de Lesseps.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Barbier : MM. Gosselin, Vulpian, Chatin, Larrey et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. P. Bert et Ch. Robin.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Chatin et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Pasteur.

Prix Thore : MM. Blanchard, H.-Milne Edwards, Ch. Robin, Chatin et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Trécul.

Prix Vaillant (De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques) : MM. Pasteur, Bouley, P. Bert, Vulpian et Gosselin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H.-Milne Edwards et Chatin.

Grand prix des Sciences physiques (Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France) : MM. de Lacaze-Duthiers, H. Milne Edwards, Alph.-Milne Edwards, Blanchard et de Quatrefages réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et P. Bert.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur la nécessité de détruire l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Lettre de M. BALBIANI à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Paris, 23 mars 1882.

» Dans ma Lettre, en date du 23 février dernier, adressée à M. le Ministre de l'Agriculture et insérée aux *Comptes rendus* du 13 mars, j'ai insisté sur la nécessité de commencer sans retard les expériences que l'Administration se proposait d'entreprendre en vue de la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera. J'en ai donné pour raison : 1° la reprise de la végétation qui ne devait pas tarder, et qui eût pu rendre certaines opérations nuisibles pour la vigne; 2° l'éclosion prochaine de l'œuf d'hiver, à laquelle j'assignais pour époque le milieu du mois d'avril, d'après toutes les observations faites jusqu'à ce jour. Si, comme cela est à présumer, ces expériences n'ont pas encore été exécutées, j'ai le regret de vous informer qu'il est trop tard maintenant pour y procéder, attendu que les œufs d'hiver ont déjà commencé à éclore, au moins dans nos départements du Sud-Est, et que les éclosions ne tarderont pas non plus à devenir générales dans les autres régions de la France, ce qui va accroître encore le mal en intensité et en étendue.

» C'est la septième fois, depuis sa découverte, que l'œuf d'hiver éclôt librement chaque année dans nos vignobles, sans qu'aucune tentative ait été faite jusqu'ici pour s'y opposer, sauf par quelques agriculteurs isolés dont les efforts individuels n'ont reçu ni publicité ni encouragement. Heureusement pour eux qu'ils ont déjà bénéficié d'une pratique si rationnelle, à laquelle il n'a manqué qu'une voix autorisée pour la rendre plus générale. C'est donc encore une année de perdue pour les expériences à tenter contre l'œuf d'hiver. Il ne faut en accuser que la douceur exceptionnelle de l'hiver et les chaleurs insolites de ce mois de mars, qui ont avancé de plusieurs semaines le moment de son éclosion.

» Le 15 du présent mois, M. Marès, de Montpellier, eut l'obligeance de m'adresser quelques jeunes souches de Riparia, dont les feuilles s'étaient couvertes de nombreuses galles les années précédentes. Ces souches ont été examinées avec grand soin par mon préparateur, M. Henneguy, et moi.

Dès le surlendemain 17, nous découvrîmes sur une lanière d'écorce un jeune Phylloxera présentant tous les caractères de la progéniture des sexués. Un deuxième individu semblable fut aperçu le 21 mars, quoique les souches eussent été conservées dans un local froid et humide. Outre ces deux jeunes éclos, nous avons recueilli sur cinq souches seulement dix-huit œufs d'hiver renfermant tous un embryon près d'éclore ([1]).

» J'ai cru utile, Monsieur le Secrétaire perpétuel, d'appeler votre attention sur ces faits, d'abord à cause de l'intérêt pratique qu'ils présentent, même au point de vue de l'application des traitements dirigés contre les Phylloxeras radicicoles, dont les colonies sont entretenues et multipliées par l'œuf d'hiver, ensuite parce qu'ils prouvent qu'il faut se garder de généraliser à tout un pays les observations faites dans une seule région. C'est ainsi que M. Boiteau, ayant vainement cherché, à la fin de l'année dernière, l'œuf d'hiver dans les vignobles du Bordelais, attribuait son absence à la sécheresse persistante de l'été, qui avait empêché la production des ailés et des sexués. Il en concluait que cette année pouvait être considérée comme nulle au point de vue de la régénération de l'espèce par l'œuf fécondé (*Comptes rendus*, 5 décembre 1881). Or, dans le Midi, la sècheresse n'a pas été moins grande que dans la Gironde, ce qui n'a pas empêché les sexués et les œufs fécondés d'être aussi abondants que l'année précédente ([2]). Il peut y avoir dans l'évolution du parasite des variations locales dont la cause nous échappe, mais l'harmonie générale n'est point troublée. On n'aura que trop d'occasions de le constater cette année encore. »

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera*. Lettre de M. VALERY MAYET à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je viens de finir l'examen de la quantité considérable de bouts de sarments que j'avais rapportés, en décembre dernier, de Bordeaux et de Libourne.

» Avant de vous écrire, je tenais à terminer mon travail de loupe, espé-

---

([1]) Tous ces œufs ont été trouvés sur la souche même; il est donc inexact, comme le prétend M. Lichtenstein, qu'ils n'existent que sur les sarments et que, dès lors, les traitements appliqués aux ceps, après la taille, deviennent inutiles (*Comptes rendus*, 4 avril 1881).

([2]) MM. VALERY MAYET et LICHTENSTEIN, *Comptes rendus*, 28 mars et 4 avril 1881.

rant toujours vous annoncer un résultat. Hélas! M. Boiteau avait bien vu; impossible cette année de trouver un œuf d'hiver! et il est trop tard pour faire de nouvelles recherches. »

M. **Lechape** adresse une Note concernant la mesure des lignes dites *incommensurables*.

(Renvoi à l'examen de M. Hermite.)

M. **Michaud** adresse une Note concernant un nouveau système de pompes.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **Cayrol-Castagnat** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux Opuscules de M. *C. Le Paige* « Sur la forme quadrilinéaire » et « Sur la théorie des formes binaires à plusieurs séries de variables » (présentés par M. Hermite);

2° Un Catalogue des étoiles circumpolaires australes, observées dans l'île de Sumatra par Fr. Houtman, en l'année 1600; traduit du hollandais par M. *Aristide Marre* (présenté par M. Yvon Villarceau).

M. A. **Bourgoin** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. Bussy.

(Renvoi à la future Commission.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1882, faites à l'Observatoire de Lyon [équatorial Brünner, six pouces (0m, 19)]*; par M. GONNESSIAT.

Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ★	Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ★	Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Mars 28..	*a*	8,5	+ 1.34,24	— $\bar{1}$,703	— 3. 3,1	+ 0,571
31..	*b*	8	+ 1.23,14	— $\bar{1}$,719	+ 0.48,7	+ 0,601
Avril 2..	*c*	9	+ 0.20,33	— $\bar{1}$,727	— 3.38,8	+ 0,582
4..	*d*	8	— 2.24,96	— $\bar{1}$,349	— 2. 2,8	+ 0,154
6..	*e*	8,5	+ 3.36,05	— $\bar{1}$,761	— 0.27,9	+ 0,614
	f	9	+ 2.34,57		— 4.21,9	
7..	*g*	7	+ 2.39,48	— $\bar{1}$,764	+ 6.10,0	+ 0,694
8..	*h*	9	— 3. 9,81	— $\bar{1}$,772	+ 8.14,3	+ 0,717

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1882.	Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Mars 28..	13. 1.12	18.10.15,16	+38.30.53,9	4 : 4 nuages	Lalande.
31..	12.34.22	18.16. 7,90	+40.28.31,4	12 : 11	Weisse.
Avril 2..	12.36.38	18.20.18,03	+41.52.10,1	10 : 10	Weisse (ét. interm.).
4..	15.57.55	18.25. 1,36	+43.26. 5,5	10 : 9	Lalande.
6..	11.52.49	18.29.17,07	+44.49.33,9	10 : 10	Weisse (cp. à 2 ét.).
7..	10.53.54	18.31.39,40	+45.34.46,1	13 : 12	Groombridge.
8..	10.49. 3	18.34.10,17	+46.22.46,2	8 : 7	*Ann. Bonn*, t. VI.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne. 1882,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Mars 28.	*a*, 33592 Lalande......	18. 8.39,64	+1,28	+38.34.10,8	—13,8
31.	*b*, 391-392 Weisse, XVII.	18.14.43,45	+1,31	+40.27.56,5	—13,8
Avril 2.	*c*, » »	18.19.56,38	+1,32	+41.56. 2,6	—13,7
4.	*d*, 34405 Lalande......	18.27.25,00	+1,32	+43.28.21,8	—13,5
6.	*e*, 723 Weisse, XVIII...	18.25.40,76	+1,37	+44.50.15,0	—13,6
	f, 761 »	18.26.42,01	+1,37	+44.54. 9,6	—13,5
7.	*g*, 2597 Groombridge...	18.28.58,55	+1,37	+45.41. 9,6	—13,4
8.	*h*, B.Z. 2529 + 46°....	18.37.18,63	+1,35	+46.14.45,0	—13,1

» L'étoile *c* a été comparée, avec l'équatorial, à 570 Weisse, XVIII :

$c - \star 570$, $-28^s,65$, $-6'28'',9$, 10 : 10 comparaisons. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1882, faites à l'Observatoire royal du Collège romain, avec l'équatorial de Merz,* transmises par M. P. Tacchini.

Dates 1882.	Temps moyen de Rome.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
	h m s	h m s	° ′ ″
Mars 25.......	13.34.46	18. 4.41,49 (9,701n)	+36.39.58,7 (0,484)
» 29.......	11.13.21	18.11.59,51 (9,757n)	+39. 5.38,0 (0,715)
Avril 2.......	11.24.16	18.20. 9,46 (9,778n)	+41.49. 6,6 (0,670)
» 6.......	14.38. 7	18.29.33,62 (9,632n)	+44.54.34,9 (9,874)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des éruptions solaires en 1881. Spectre de la comète Well.* Lettre de M. P. Tacchini à M. le Président.

« Rome, le 7 avril 1882.

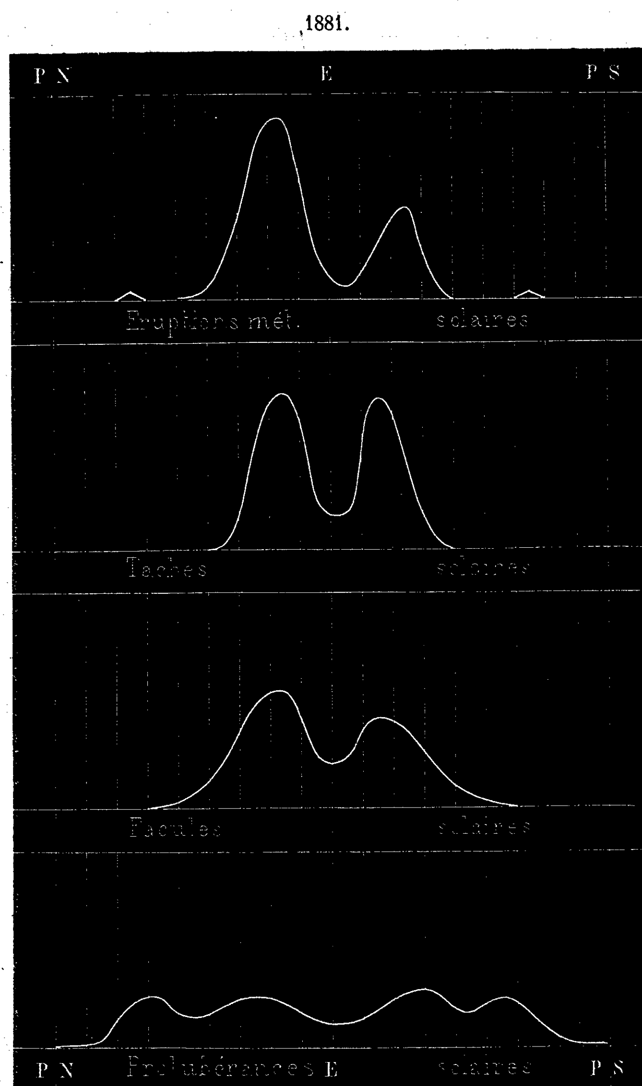
» Pour compléter les documents que j'ai adressés à l'Académie, sur les observations faites pendant l'année 1881, je donne ici le nombre et la distribution des éruptions solaires métalliques qui se sont produites dans les zones successives, de 10° en 10°, à partir de l'équateur. Le nombre des jours d'observation a été de 174 :

Latitudes.	Éruptions.	Latitudes.	Éruptions.
° °		° °	
+90 +80........	0	−90 −80.......	0
+80 +70........	0	−80 −70.......	0
+70 +60........	1	−70 −60.......	0
+60 +50........	0	−60 −50.......	1
+50 +40........	0	−50 −40.......	0
+40 +30........	2	−40 −30.......	1
+30 +20........	13	−30 −20.......	9
+20 +10........	18	−20 −10.......	4
+10 + 0........	6	−10 − 0.......	1

» Les éruptions solaires présentent donc deux maxima entre ± 10° et ± 30°, c'est-à-dire dans les deux zones de la plus grande fréquence des taches. Le nombre des éruptions dans l'hémisphère nord du Soleil a été bien plus grand qu'au sud, ce qui permet de conclure, même en considérant les autres phénomènes solaires, que l'activité a été plus grande dans l'hémisphère boréal du Soleil. Avec les résultats ci-dessus, et ceux qui sont relatifs aux taches, facules et protubérances, nous avons construit les

courbes suivantes, qui permettent de rapprocher les unes des autres les différentes séries des phénomènes solaires.

1881.



» J'ajouterai encore que, pendant l'année 1880, pour 198 jours d'observation, le nombre des éruptions métalliques solaires a été seulement 10, tandis qu'en 1881 le nombre s'est élevé à 40, ce qui indique une augmentation considérable dans l'activité solaire; mais il faut bien considérer que ce nombre est encore au-dessous de celui qui a été enregistré en 1874.

» Dans le premier trimestre de 1882, nous avons déjà observé trente éruptions métalliques; nous nous approchons donc assez vite du maximum.

» *P. S.* — Ce matin (7 avril), après avoir déterminé la position de la comète Well, j'ai cherché à en observer le spectre, quoique les conditions d'observation ne fussent pas favorables, à cause de la présence de la Lune. Le noyau de la comète donne un spectre continu, faible et très étroit, intercepté par trois points lumineux, à la place correspondant aux trois bandes du carbone, qui étaient, avec peine, visibles très près du spectre du noyau; le point central était le plus vif, ce qui indique que la bande correspondante doit être aussi la plus vive. Le noyau de la comète est comparable, à présent, à une étoile de 9e grandeur, tandis qu'à l'époque de ma première observation, 14 mars, je l'ai estimé de 11e grandeur. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les hypercycles.* Note de M. **Laguerre.**

« 14. Une des propriétés les plus utiles de l'hypercycle est la suivante :

» Considérons les quatre tangentes communes A, B, C et D qui touchent à la fois la courbe et un cycle donné, et soient C′ et D′ les tangentes conjuguées de deux quelconques d'entre elles, C et D; les quatre semi-droites A, B, C′ et D′ sont également tangentes à un même cycle.

» Soient A et B deux tangentes fixes de la courbe; inscrivons un cycle quelconque K dans ces semi-droites et soient C et D les deux autres tangentes communes au cycle et à l'hypercycle. Il résulte de la proposition précédente qu'en désignant par C′ et D′ les conjuguées de C et D, C′ et D′ sont tangentes à un cycle K′ inscrit dans A et B. Le cycle moyen K_0 des deux cycles K et K′ est fixe, quel que soit le cycle K que l'on considère, et il est complètement déterminé quand on se donne les deux tangentes A et B; c'est le cycle inscrit dans A et B et qui touche deux tangentes conjuguées (dans le cas où A et B sont elles-mêmes conjuguées, c'est le cycle qui touche ces tangentes et les semi-droites fondamentales); si les deux tangentes A et B viennent se confondre, le cycle moyen K_0 correspondant est le cycle polaire de la tangente.

» Il résulte de là que la courbe est entièrement définie quand on se donne deux tangentes quelconques A et B, le cycle moyen correspondant K_0 et les deux semi-droites fondamentales. Il est facile en effet de construire les tangentes communes à l'hypercycle et à un cycle quelconque K inscrit dans A et B; que l'on construise le cycle K′ symétrique

du cycle K relativement au cycle K_0. L'enveloppe des conjuguées harmoniques des tangentes à K' relativement aux semi-droites fondamentales est un cycle K'' et les deux tangentes communes à K et à K'' seront les droites cherchées.

» De là résulte en particulier un moyen facile de construire le cercle osculateur en un point a de la courbe. A désignant la tangente en ce point, construisons la tangente conjuguée A', puis le centre G du cercle qui touche A' et la courbe au point a; cela posé, α désignant le centre du cycle polaire de la tangente A, le centre du cercle osculateur cherché est le symétrique du point G relativement à α. Un hypercycle a un seul foyer F qui est un foyer singulier; la somme des distances du foyer à deux tangentes conjuguées quelconques est constante.

» 15. Le cas particulier où les semi-droites A et B sont opposées mérite un examen particulier. L'hypercycle peut être défini comme une courbe de quatrième classe et du sixième ordre ayant trois tangentes doubles dont l'une est la droite de l'infini et passant par les ombilics du plan. Les tangentes doubles sont des *tangentes doubles apparentes*; car, aux points de contact, la courbe a des directions opposées; en réalité, on doit les considérer comme des tangentes distinctes, mais opposées.

» Les quatre points doubles de la courbe déterminent trois couples de droites correspondant respectivement aux tangentes doubles; les deux droites dont l'ensemble correspond à la droite de l'infini sont les *axes* de la courbe et se croisent au point O, qui est l'intersection des semi-droites fondamentales, lesquelles passent d'ailleurs par les points de contact de la droite de l'infini avec l'hypercycle.

» Soient A et B les deux autres tangentes doubles de la courbe et R leur point de rencontre; la droite menée par le point O perpendiculairement à la bissectrice des semi-droites fondamentales (j'entends par là le lieu des centres des cycles inscrits dans ces deux semi-droites) rencontre respectivement A et B en deux points a et b dont le milieu est précisément le point O. Désignons par α et β les milieux des segments Ra et Rb, nous pourrons énoncer la propriété suivante : Si une tangente à la courbe coupe A et B aux points α_1 et β_1 et si nous déterminons les points α_2 et β_2 qui sont respectivement les symétriques de α_1 et β_1 relativement à α et β, la semi-droite $\alpha_2\beta_2$ est tangente à la courbe et est la conjuguée de la tangente $\alpha_1\beta_1$.

» La tangente double A rencontre la courbe en deux points distincts des points de contact; ces points sont équidistants du point α et les tan-

gentes sont conjuguées. Une propriété analogue a lieu relativement à la tangente double B.

» La courbe est entièrement déterminée quand on se donne les deux semi-droites fondamentales, une des tangentes doubles A et le point α; on peut énoncer en effet la proposition suivante :

» Inscrivons dans les deux semi-droites fondamentales un cycle quelconque K; désignons par a' le point où la corde de contact coupe la tangente double A, par a le point symétrique du point a' relativement au point α. Cela posé, les tangentes menées du point a à la courbe sont parallèles aux tangentes que l'on mène du point α au cycle K.

» Cette construction permet de déterminer facilement les tangentes parallèles à une direction donnée ou émanant d'un point quelconque de la tangente double, et par suite tous les éléments importants de la courbe.

» 16. Avant d'exposer de nouvelles propriétés de l'hypercycle, je rappellerai d'abord quelques notions fondamentales relativement à la transformation par semi-droites réciproques.

» Cette transformation est complètement définie par les propriétés suivantes :

» Deux semi-droites réciproques se coupent sur une droite fixe Δ que l'on peut appeler *axe de transformation*; deux *couples* quelconques de semi-droites réciproques sont tangents à un même cycle.

» J'ajouterai que deux couples de semi-droites harmoniques ont pour réciproques deux couples de semi-droites harmoniques et que la distance tangentielle de deux cycles est égale à la distance tangentielle des cycles réciproques; j'entends ici par distance tangentielle de deux cycles la longueur comprise sur l'une quelconque des deux tangentes communes entre leurs points de contact.

» Cela posé, il résulte de la définition même des hypercycles que ces courbes ont pour transformées par semi-droites réciproques d'autres hypercycles; les semi-droites fondamentales de la transformée étant les transformées des semi-droites fondamentales de la courbe donnée.

» Aux tangentes conjuguées de cette courbe correspondent les tangentes conjuguées de la transformée, etc., etc. Je ferai remarquer à ce sujet qu'une tangente double de la proposée étant une tangente double apparente a pour transformées deux tangentes ordinaires de la transformée.

» Considérons un cycle quelconque K inscrit dans les deux semi-droites fondamentales; il a en commun avec la courbe quatre tangentes qui se coupent deux à deux sur l'un des axes $O\omega_0$. Effectuons une transformation

par semi-droites réciproques, de telle sorte que ce cycle se transforme en un point : les quatre tangentes auront pour transformées deux couples de semi-droites opposées; de telle sorte que, relativement à la courbe transformée, deux couples de tangentes conjuguées se composeront de semi-droites opposées.

» Si l'on coupe ces tangentes par une tangente quelconque coupant ces deux couples aux points α, α' et β, β', on a, d'après une propriété générale énoncée plus haut,

$$\alpha a + \alpha' a + b\beta + b\beta' - \alpha\beta - \alpha\beta' = \text{const.}$$

Or, dans ce cas particulier, les points α et β se confondent, ainsi que les points α' et β'; αa est opposée à $b\beta$ et $\alpha' a$ à $b\beta'$; on a donc $\alpha\beta = \alpha'\beta' = 0$, $b\beta = \alpha a$ et $b\beta' = \alpha' a$, et par suite

$$\alpha a + \alpha' a = \text{const.},$$

d'où il suit que la courbe transformée est une parabole.

» Ainsi (si l'on admet des transformations imaginaires), tout hypercycle, sauf un cas particulier que j'examinerai plus loin, est la transformée par semi-droites réciproques d'une parabole. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration, par les fonctions abéliennes, de certaines équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« MM. Briot et Bouquet ont, comme on sait, dans leur mémorable Mémoire sur l'intégration par les fonctions elliptiques, étudié les équations différentielles de la forme

$$f\left(u, \frac{du}{dz}\right) = 0,$$

et ont notamment considéré le cas où cette équation admet comme intégrales des fonctions doublement périodiques de la variable z.

» Une question analogue peut se poser pour les équations aux dérivées partielles de la forme

$$f\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}\right) = 0, \tag{I}$$

où f est, bien entendu, un polynôme : je veux parler du cas où cette équation admettrait comme intégrales des fonctions abéliennes des deux variables x et y.

» Sans résoudre complètement ce difficile problème, les considérations qui suivent me semblent faire faire à la question un pas important; je me propose d'indiquer brièvement comment on peut, de la seule équation (I), déduire un système de deux équations aux différentielles totales, donnant, s'il est possible, les solutions cherchées.

» Rappelons d'abord que, u, v et w étant trois fonctions abéliennes des deux variables x et y, et l'équation

$$(II)\qquad f(u, v, w) = 0$$

étant la relation algébrique entre ces trois fonctions, le genre de la relation (II) est au plus égal à l'unité; c'est ce que j'ai montré dans une étude récente (*Mathematische Annalen*, XIX Bd.). Plaçons-nous dans le cas où ce genre serait égal à l'unité; il résulte encore du travail cité que l'on pourra trouver alors un polynôme $Q(u, v, w)$ tel que l'expression

$$\frac{Q(u, v, w)\left(\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial x}\right)}{f'_w(u, v, w)}$$

se réduise à une constante, et l'on peut considérer le polynôme Q comme connu quand la relation (II) est donnée.

» Posons maintenant $v = \frac{\partial u}{\partial x}$ et $w = \frac{\partial u}{\partial y}$; nous aurons les deux équations

$$f\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}\right) = 0,$$

$$\frac{Q(u, v, w)\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} w - v\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}\right)}{f'_w(u, v, w)} = a,$$

a étant une constante. En différentiant la première de ces équations successivement par rapport à x et à y, et y joignant la seconde, nous pouvons exprimer les dérivées secondes $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ en fonctions rationnelles de u, v, w. Or on a

$$du = \frac{\partial u}{\partial x}dx + \frac{\partial u}{\partial y}dy,$$

$$dv = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}dx + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}dy,$$

et par suite, en résolvant par rapport à dx et dy et remplaçant les dérivées partielles par leur expression en u, v et w, on obtient le système

d'équations aux différentielles totales :

$$dx = P(u, v, w)\,du + R(u, v, w)\,dv,$$
$$dy = P_1(u, v, w)\,du + R_1(u, v, w)\,dv,$$

où les P et les R sont rationnelles et w est lié à u et à v par la relation algébrique

$$f(u, v, w) = 0.$$

» Le système d'équations aux différentielles totales donnant u et v en fonction de x et y est ainsi complètement déterminé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Je voudrais exposer ici quelques résultats nouveaux et les réunir à des théorèmes anciens, de façon à en faire un ensemble comprenant, comme cas particuliers, les résultats obtenus par M. Klein par d'autres considérations, et exposés par lui dans deux Notes récentes (*Math. Ann.*, Bd. XIX et XX).

» Soit une équation différentielle linéaire quelconque

$$(1)\qquad \frac{d^n v}{dx} + P_{n-2}\frac{d^{n-2}v}{dx^{n-2}} + P_{n-3}\frac{d^{n-3}v}{dx^{n-3}} + \ldots + P_1\frac{dv}{dx} + P_0 v = 0.$$

» Dans cette équation, $P_0, P_1, \ldots P_{n-2}$ sont des fonctions rationnelles en x et en y, et y est lié à x par une relation algébrique

$$(2)\qquad f(x, y) = 0.$$

» D'ailleurs, une ou plusieurs des fonctions P deviendront infinies pour certaines positions du point analytique (x, y) : ce seront les points singuliers de notre équation différentielle ; à chacun d'eux correspondra une équation déterminante dont les racines pourront être imaginaires ou incommensurables, ou bien être toutes des multiples de $\frac{1}{n}$, n étant un entier positif. Dans ce dernier cas, nous dirons que le point singulier est de la première catégorie ; dans le cas contraire, qu'il est de la seconde catégorie. Je laisse de côté le cas où plusieurs des racines sont égales, et qui correspond soit à un point de la seconde catégorie, soit à un point à apparence singulière.

» Il existera, en général, deux fonctions fuchsiennes $F(z)$ et $F_1(z)$, jouissant des propriétés suivantes :

» 1° Elles n'existent qu'à l'intérieur du cercle fondamental.

» 2° Si l'on fait $x = F(z)$, $y = F_1(z)$, la relation (2) est satisfaite.

» 3° Quand z reste intérieur au cercle fondamental, le point analytique (x, y) ne peut passer par aucun point singulier de la seconde catégorie.

» 4° Si (x, y) passe par un point singulier de la première catégorie, $F(z)$ et $F_1(z)$ ont leurs $n-1$ premières dérivées nulles.

» Alors les intégrales de l'équation (1) sont des fonctions zétafuchsiennes de z.

» Supposons, en particulier, qu'il n'y ait pas de points singuliers de la première ni de la seconde catégorie, et que la relation (2) soit de genre p; le polygone R_0 correspondant à nos fonctions fuchsiennes pourra être amené à l'une des deux formes suivantes :

» 1° Ou bien un polygone de $4p$ côtés dont les côtés opposés sont conjugués, et dont tous les sommets forment un seul cycle, de telle façon que la somme des angles soit égale à 2π;

» 2° Ou bien un polygone de $4p$ côtés dont les côtés de rang $4q+1$ et $4q+3$ sont conjugués, ainsi que les côtés de rang $4q+2$ et $4q+4$ (q étant un entier). Ici encore tous les sommets ne forment qu'un cycle, et la somme des angles est égale à 2π. Cette forme de R_0 présente cet avantage que les différents côtés correspondent alors aux périodes *normales* des intégrales abéliennes de première espèce, et que la considération de ces fonctions fuchsiennes permet alors de présenter d'une façon simple la démonstration des relations entre ces périodes.

» Le polygone R_0 peut encore prendre une infinité d'autres formes se ramenant les unes aux autres. Je citerai, entre autres, dans le cas $p=3$, le polygone de 14 côtés considéré par M. Klein.

» Si $p=1$, nos fonctions F et F_1 se réduisent à des fonctions doublement périodiques, de sorte que l'on retrouve les résultats connus sur l'intégration des équations linéaires par ces sortes de fonctions, et en particulier ceux de M. Picard.

» On peut retrouver de même les résultats connus relativement à l'intégration algébrique de ces équations. Si ces équations admettent, en effet, des intégrales algébriques, les séries thétazétas, par lesquelles s'expriment nos fonctions zétafuchsiennes, se réduisent d'elles-mêmes à des séries thétafuchsiennes ; par conséquent, les intégrales v se ramènent à des fonctions fuchsiennes de z liées à x par des relations algébriques, puisque nous savons

qu'il y a toujours une telle relation entre deux fonctions fuchsiennes de même groupe.

» Supposons maintenant que notre équation (1) admette des points singuliers; les sommets de R_0 se répartiront alors non plus en un, mais en plusieurs cycles, qui sont de la première ou de la seconde catégorie, selon que les points singuliers correspondants sont de la première ou de la seconde catégorie.

» Est-ce là la seule manière d'exprimer x, y et v par des fonctions uniformes de z? Non.

» 1° On peut remplacer $F(z)$ et $F_1(z)$ par deux fonctions $F'(z)$ et $F'_1(z)$, jouissant des mêmes propriétés, mais qui sont des fonctions kleinéennes, ou de ces fonctions fuchsiennes qui n'existent que dans une partie du cercle fondamental. Le passage de $F(z)$ à $F'(z)$ se fera par l'*Abbildung* du cercle fondamental sur un certain domaine.

» 2° On peut égaler z à une fonction uniforme de t, et alors x, y et v sont également uniformes en t; de plus, on pourra choisir d'une infinité de manières z en fonction de t, de telle sorte que

$$x = \mathfrak{F}(t), \quad y = \mathfrak{F}_1(t), \quad v = Z(t),$$

$\mathfrak{F}$ et $\mathfrak{F}_1$ étant des fonctions fuchsiennes et Z une fonction zétafuchsienne. Il est quelquefois plus facile de trouver la fonction $\mathfrak{F}(t)$ que $F(z)$, comme j'en ai donné l'exemple dans ma Communication du 8 août 1881.

» On peut enfin exprimer x et y par des fonctions fuchsiennes $F(z)$ et $F_1(z)$ existant dans toute l'étendue du plan; mais je ne puis entrer ici dans tous les détails que ce sujet comporte. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable;* par M. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Mon théorème paru dans les *Comptes rendus* du 18 février peut être modifié d'une manière qui me paraît être d'une certaine importance pour l'étude des nouvelles fonctions que M. Poincaré a introduites dans l'Analyse.

» Je suppose données :

» 1° Une suite infinie de valeurs $a_1, a_2, a_3, \ldots$, toutes inégales et assujetties à la condition

$$\lim_{\nu=\infty} \operatorname{mod} a_\nu = R,$$

où R est une quantité positive quelconque;

» 2° Une suite de fonctions entières algébriques ou transcendantes de la variable y, s'annulant toutes pour $y = 0$,

$$G_1(y) = c_{-1}^{(1)} y + c_{-2}^{(1)} y^2 + c_{-3}^{(1)} y^3 + \ldots,$$
$$G_2(y) = c_{-1}^{(2)} y + c_{-2}^{(2)} y^2 + c_{-3}^{(2)} y^3 + \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Il est alors toujours possible de former une fonction analytique $F(x)$, ayant le caractère d'être une fonction uniforme de x, tant que x ne surpasse pas le domaine $\operatorname{mod} x < R$, n'ayant dans ce domaine d'autres points singuliers que $a_1, a_2, a_3, \ldots$, et telle que pour chaque valeur déterminée de ν la différence

$$F(x) - G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$$

ait, en supposant $x = a_\nu$, une valeur finie et déterminée, de telle sorte que, dans le voisinage de $x = a_\nu$, $F(x)$ puisse s'exprimer sous la forme

$$G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) + \mathfrak{P}(x - a_\nu).$$

» La fonction $F(x)$ peut être formée de la même manière que dans ma Note du 13 février. Prenez arbitrairement une suite infinie de nombres positifs $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots$, dont la somme soit finie, ainsi qu'un autre nombre positif ε qui sera supposé < 1. En ayant maintenant $a_\nu = 0$, vous ferez

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right).$$

» Si a_ν est différent de zéro, vous développez $G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$ en une suite de puissances entières et positives de x : $\sum_{\rho}^{\infty} \mathrm{A}_\rho^{(\nu)} \left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\rho$, qui restera évidemment convergente tant que vous aurez $\operatorname{mod} \frac{x}{a_\nu} < \varepsilon$. Après avoir trouvé ce nombre m_ν, vous mettez

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) - \sum_{\rho}^{\infty} \mathrm{A}_\rho^{(\nu)} \left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\rho,$$

et vous aurez

$$F(x) = \sum_{\nu}^{\infty} F_\nu(x).$$

» Il reste maintenant à déterminer la forme de la fonction la plus géné-

rale $\bar{F}(x)$ qui a les mêmes qualités attribuées à $F(x)$. Vous voyez facilement qu'on aura

$$\bar{F}(x) = F(x) + G(x),$$

où $G(x)$ est une série de puissances entières et positives de x qui reste toujours convergente dans le domaine $\bmod x < R$.

» Il peut arriver qu'il y ait, sur chaque portion de la ligne $\bmod x = R$, un nombre infini de points singuliers de $\bar{F}(x)$. Dans ce cas, la fonction existe seulement dans le domaine $\bmod x < R$. Si ce cas n'a pas lieu, le domaine de la fonction $\bar{F}(x)$ peut être étendu au delà du domaine $\bmod x < R$.

» Une question importante que je ne traiterai pas maintenant est la suivante. Soit $F(x)$ une fonction donnée. Y a-t-il alors toujours une méthode simple et directe pour déterminer $G(x)$? Quoiqu'il ne soit guère possible de trouver une telle méthode qui embrasse le cas général, il est pourtant facile, maintenant comme précédemment, pour $R = \infty$, d'indiquer des méthodes qui suffisent pour des classes étendues de fonctions.

» Je me permettrai encore seulement la remarque suivante. On voit sans peine que l'on peut donner au théorème que j'ai obtenu la même extension qu'au théorème donné dans les *Comptes rendus* du 3 avril. On voit aussi qu'au lieu du domaine $\bmod x \leqq R$ on peut mettre un domaine limité d'une manière quelconque. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'inversion générale.* Note de M. J.-S. Vaněček, présentée par M. de la Gournerie.

« 1. M. Hirst, dans son Mémoire *On the quadric inversion of plane curves,* a généralisé la théorie de transformation par rayons vecteurs réciproques de telle sorte, qu'il a pris une conique générale C et un point d pour éléments de la transformation. Par ce point d, on mène un rayon à chaque point a de la figure proposée, et l'on prend sur ce rayon le point a' conjugué de a par rapport à la conique. Ces points a' forment la nouvelle figure. Nous allons donner, dans cette Note, l'idée d'une transformation plus générale.

» 2. Considérons une conique C, que nous appelons *fondamentale,* et une droite D dans le plan de la conique C. La droite D est la *directrice* de la transformation. Supposons que la figure proposée soit une droite L. La polaire A d'un point a de la droite L, par rapport à la conique C, coupe la directrice D en un point a_1, dont la polaire A_1 passe par le pôle d de

la droite D et par a. Le point d'intrsection a_2 de ces deux polaires est le transformé du point a. La transformée de la droite L est une conique (a_2), qui passe par les points d'intersection des droites D, L avec la conique fondamentale C et par les pôles de ces deux droites.

» 3. Le point a_2 est le point d'intersection de deux polaires conjuguées A, A_1. Alors nous trouvons la conique (a_2) quand nous transformons les points de la droite L par rapport à la conique C et à la directrice D, ou réciproquement les points de la droite D par rapport à la conique C et à la droite L. Les droites D, L changent par conséquent leurs fonctions. Nous appelons la conique (a_2) l'*inverse* de la droite L par rapport à la conique C et à la droite D.

» 4. La transformée de la droite J de l'infini est une conique I semblable et semblablement placée avec la conique fondamentale C qui passe par son centre c, par les points d'intersection m_1, m_2 de la droite D avec la conique C et par le pôle d de la droite D.

» Une conique L coupe la conique I en quatre points, et ces points se transforment en quatre points à l'infini; la courbe inverse (a_2) de la conique L est par suite du quatrième ordre. Nous pouvons donc dire qu'une conique L, par rapport à une directrice droite D, a pour courbe inverse une courbe (a_2) du quatrième ordre, ou, à cause de l'inversion de la droite D et de la conique L, que la droite D, par rapport à une conique directrice L, se transforme en une courbe (a_2) du quatrième ordre.

» Généralement une courbe L de l'ordre m, par rapport à une conique fondamentale C et à une courbe directrice D du $n^{\text{ième}}$ ordre, se transforme en une autre courbe (a_2) de l'ordre $2mn$.

» 5. Nous trouverons comme suit les points multiples de la courbe précédente (a_2). La polaire A d'un point d'intersection a de la courbe L avec la conique fondamentale passe par ce point et coupe la courbe D en général en n points. Les droites polaires de ces n points passent toutes par le point a; par conséquent, ce point est un point multiple de l'ordre n. Le nombre de tels points est $2m$. Par le même raisonnement, nous voyons que les points d'intersection de la conique fondamentale avec la courbe D, qui est de l'ordre n, sont des points multiples de l'ordre m. Le nombre de ces points est $2n$.

» Supposons que n_1 points $a, b, c, \ldots$ de la courbe proposée L se trouvent sur une certaine droite, ainsi que leurs points correspondants $a_1, b_1, c_1, \ldots$ de la courbe D : parce que les points $a, b, c, \ldots; a_1, b_1, c_1, \ldots$ sont situés sur une droite, leurs droites polaires passent par son pôle p par

rapport à la conique fondamentale. Par conséquent, le point p est un point multiple d'ordre n_1 de la courbe inverse.

» Quand la courbe proposée devient une droite L, la droite P coïncide avec cette ligne et nous avons toujours un seul point l, qui est son pôle par rapport à la conique fondamentale C et l'origine de la transformation de M. Hirst.

» 6. Chaque point a de la courbe proposée L a une polaire A qui coupe la courbe directrice D, en général, en n points, dont les polaires coupent la droite A de même en n points. Quand la droite A touche la courbe D, deux des points d'intersection se réunissent et la même circonstance se présente aux points dérivés qui donnent un point d'inflexion. La droite A dans sa position singulière touche la courbe D et la courbe polaire L_1 de L. La courbe L_1 est de la $m^{\text{ième}}$ classe, la courbe L étant du $m^{\text{ième}}$ ordre. La courbe directrice D étant d'ordre n est en général de la classe $n(n-1)$. Les deux courbes L_1, D ont $mn(n-1)$ tangentes communes. De même, les courbes L et D_1 ont $mn(m-1)$ tangentes communes. Le nombre de ces tangentes ou des points d'inflexion est par conséquent, en général, $mn(m+n-2)$.

» Il est clair que ces points singuliers peuvent être deux à deux imaginaires et que ce ne sont pas tous les points d'inflexion dont est douée la courbe inverse. »

MÉCANIQUE. — *Résistance d'une barre prismatique et homogène, de longueur supposée infinie, au choc transversal et au choc longitudinal.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Lorsqu'un corps heurte avec une certaine vitesse V et sur une petite étendue une barre de longueur infinie, soit transversalement en son milieu, soit longitudinalement à son extrémité, et de manière à n'être pas dévié, son mouvement, se communiquant à une partie de plus en plus longue de la barre, est absorbé peu à peu, et le corps arrive insensiblement au repos sans rebondir. Il ne quitte donc pas la barre, et l'on peut raisonner comme s'il lui était uni et que sa vitesse initiale lui eût été communiquée par une impulsion extérieure. Le problème du choc sera donc compris dans celui du mouvement d'une barre qui, s'étendant, le long de l'axe des x, depuis $x=0$ jusqu'à $x=\infty$, porterait à l'origine $x=0$ une certaine masse étrangère, et y recevrait, après s'être trouvée primitivement en repos, des

impulsions successives capables d'imprimer à cette masse étrangère, pour le cas où elle serait seule, des accélérations données $F(t)$.

» Traitons d'abord ce second problème, en supposant le mouvement transversal et la section de la barre symétrique par rapport à un plan perpendiculaire à ce mouvement. Le déplacement φ y vérifiera : 1° l'équation indéfinie $\varphi''_t + a^2 \varphi^{\text{IV}}_x = 0$, où a est le produit de la vitesse ω du son le long de la barre par la demi-épaisseur h de celle-ci et par l'inverse d'un certain nombre, k, dépendant de la forme de sa section, nombre égal à 2 quand elle est ronde ou elliptique, à $\sqrt{3}$ quand elle est rectangulaire, et toujours supérieur à l'unité, dont il ne s'approche que pour certaines sections très évidées; 2° les conditions spéciales $\varphi = 0$ pour $t = -\infty$, $\varphi = 0$ pour x infini, $\varphi'_x = 0$ pour $x = 0$ et $\mu\varphi''_t + a^2\varphi'''_x = \mu F(t)$ pour $x = 0$, μ désignant la masse étrangère, rapportée à celle de l'unité de longueur de la barre. La méthode d'intégration indiquée dans ma Note du 2 janvier (*Comptes rendus*, p. 33) donne aisément

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\varphi = \int_0^\infty \left[f\left(at - \frac{\alpha^2}{2}\right)\left(\cos\frac{x^2}{2\alpha^2} + \sin\frac{x^2}{2\alpha^2}\right) - \mu f\left(at - \frac{x^2}{2\alpha^2}\right)\sin\frac{\alpha^2}{2}\right] d\alpha, \\ &\text{où} \\ &f(at) = \frac{\mu}{a\sqrt{\pi}}\left[\int_{-\infty}^t F(\theta)\,d\theta + \int_t^\infty e^{2a\frac{t-\theta}{\mu^2}} F(\theta)\,d\theta\right]. \end{aligned}\right.$$

» Pour l'endroit $x = 0$, où sont exercées les impulsions et qui est évidemment le plus exposé à la rupture, on déduit, de la première (1),

$$\varphi'_t = -a\varphi''_x,$$

ou

$$(\text{en valeur absolue})\ \omega h\varphi''_x = k\varphi'_t,$$

relation que l'on obtiendrait, du reste, dans tous les problèmes analogues impliquant, pour $x = 0$, l'une des deux conditions $\varphi'_x = 0$, $\varphi'''_x = 0$. Or, le produit de la courbure $-\varphi''_x$ par la demi-épaisseur h exprime la *dilatation dangereuse* ∂, c'est-à-dire celle de la fibre la plus étendue, et, d'autre part, la dérivée φ'_t est la vitesse v imprimée à la barre. On a donc $\omega\partial = kv$. Ainsi, *quand une barre est assez longue pour que ses extrémités restent sensiblement en repos tandis qu'on exerce en un de ses points des impulsions transversales quelconques, la plus grande vitesse qu'elle puisse prendre en ce point, sans altération de sa contexture, est une fraction de la vitesse du son (le long de la même barre) exprimée par le quotient de la limite d'élasticité* ∂ *de sa matière et d'un nombre, k, dépendant seulement de la forme de sa section.*

» Si la masse étrangère μ est venue, à l'époque $t=0$, heurter la barre avec une vitesse V, $F(\theta)$ n'a de valeurs sensibles que dans le voisinage de $\theta=0$ et $\int F(\theta)\,d\theta$, entre les limites $\pm\infty$, égale V. Il vient donc

$$(2)\qquad f(at)=\frac{\mu V}{a\sqrt{\pi}}e^{\frac{2at}{\mu^2}}\ (\text{pour } t<0),\quad f(at)=\frac{\mu V}{a\sqrt{\pi}}\ (\text{pour } t>0).$$

» Mais on prouve que l'expression (1) de φ n'est pas changée par l'addition, à $f(at)$, d'un terme de la forme $Ke^{\frac{2at}{\mu^2}}$, de sorte qu'on peut retrancher de ces deux valeurs l'exponentielle qui constitue la première, et avoir ainsi $f(at)=0$ pour $t<0$. Alors la formule (1) donne $\varphi=0$ pour $t<0$, et si, pour $t>0$, l'on se borne à chercher le déplacement du point heurté, il vient

$$(3)\qquad (\text{pour } x=0)\quad \varphi=\frac{\mu^2 V}{a\sqrt{\pi}}\left[\sqrt{\frac{2at}{\mu^2}}+\psi\left(\frac{2at}{\mu^2}\right)-\psi(0)\right],$$

où $\psi(\gamma)$ représente la fonction $\int_{\sqrt{\gamma}}^{\infty}e^{\gamma-u^2}du$, ou $\frac{1}{2}\int_0^{\infty}e^{-u}\frac{du}{\sqrt{\gamma+u}}$, qui, égale à $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$ pour $\gamma=0$ et sans cesse décroissante quand γ grandit, tend, pour γ très grand, vers la forme $\frac{1}{2\sqrt{\gamma}}$, tout en restant au-dessous. Une différentiation donne ensuite, pour la vitesse, à l'époque t, de la partie heurtée et de la masse μ, $\varphi'_t=V\frac{2}{\sqrt{\pi}}\psi\left(\frac{2at}{\mu^2}\right)$. Comme on pouvait le prévoir, cette vitesse, d'abord égale à V, décroît sans cesse, en tendant vers zéro pour $t=\infty$.

» Les cas d'impulsions longitudinales ou d'un choc longitudinal, sur l'extrémité d'une barre s'étendant de $x=0$ à $x=\infty$, sont beaucoup plus simples; car, alors, l'équation indéfinie $\varphi''_t=\omega^2\varphi''_x$, combinée avec les relations $\varphi=0$ pour $t=-\infty$ et $\varphi=0$ pour $x=\infty$, donne $\varphi=f(\omega t-x)$, $f(\omega t)$ étant une fonction arbitraire que la condition spéciale à $x=0$, $\mu\varphi''_t-\omega^2\varphi'_x=\mu F(t)$, oblige de prendre égale à $\frac{\mu}{\omega}\int_{-\infty}^{t}\left(1-e^{\omega\frac{\theta-t}{\mu}}\right)F(\theta)\,d\theta$. S'il s'agit d'un simple choc, opéré à l'époque $t=0$ avec la vitesse V, il vient $f(\omega t)=0$ (pour $t<0$) et $f(\omega t)=\frac{\mu V}{\omega}\left(1-e^{-\frac{\omega t}{\mu}}\right)$ (pour $t>0$); d'où résulte, au point heurté, une vitesse v nulle pour $t<0$ et égale à $Ve^{-\frac{\omega t}{\mu}}$ pour $t>0$. D'ailleurs, la formule $\varphi=f(\omega t-x)$ donne $\varphi'_t=-\omega\varphi'_x$, ou $v=-\omega\delta$, si δ est la dilatation produite. *La plus grande vitesse transmise à la barre par les impulsions longitudinales exercées ne devra donc pas dépasser*

une fraction de la vitesse de son égale à la limite d'élasticité δ, *sans quoi il y aura altération de la contexture.*

» Cette loi a été énoncée par Thomas Young au commencement de ce siècle. La présente Note établit, comme on voit, son extension, pour le point heurté, au cas d'impulsions transversales, à un facteur numérique près; et elle montre que *la vitesse d'un choc transversal capable d'altérer la contexture est plus petite que celle d'un choc longitudinal, produisant le même effet par extension, dans le rapport de* 1 *à* k, *c'est-à-dire de* 1 *à* 2 *si la barre est ronde, de* 1 *à* $\sqrt{3}$ *si elle est rectangulaire et heurtée perpendiculairement à une de ses faces; etc.*

» Les lois démontrées ici pour les chocs opérés sur des barres de longueur infinie s'étendent, d'ailleurs, au cas de barres d'une longueur quelconque et même très restreinte, à condition de ne les y appliquer que pour cette première période du choc où les ébranlements ne sont pas encore parvenus aux extrémités non heurtées des barres; et elles permettent de prévoir que la rupture, si elle se produit dans cette première période, se fera nettement à l'endroit heurté et quelle que soit la masse heurtante, pourvu que sa vitesse dépasse une certaine limite. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la conductibilité thermique des minéraux et des roches;* par M. J. THOULET.

« Dans les considérations auxquelles on peut se livrer pour arriver à la connaissance du mode de formation des minéraux et des roches, une des données les plus importantes est celle de la température à laquelle peuvent être amenés par convection ces minéraux ou ces roches. La détermination des coefficients de conductibilité a été faite, en général, par l'observation de l'état de température dit *stationnaire;* mais on y parvient aussi en s'appuyant sur l'état variable.

» Je nomme *résistance thermique* le *temps* nécessaire pour qu'une quantité de chaleur constante, qui, dans mes expériences, est de 34° C., partant d'une source à 100° en contact avec la surface inférieure plane d'une roche, parvienne à la surface supérieure de cette roche, distante de la première de $0^m,010$. On verra que cette résistance thermique est fonction du coefficient de conductibilité, tel qu'il a été défini par les travaux de Fourier et de Lamé, et qu'elle permet d'en déterminer la valeur.

» La mesure des résistances thermiques du verre, du fer et de l'anhydrite, et par conséquent celle du coefficient de conductibilité de ces corps, se fait en déposant, sur un bloc de fer chauffé à des températures variant de 100° à 160°, mais fixes pour une même série d'expériences, des plaques minérales d'épaisseurs diverses, variant de $0^m,015$ à $0^m,007$. Ces plaques, revêtues de lames minces de papier d'étain et avec certaines dispositions expérimentales, supportent des index fusibles, les uns à 50° (stéarine), les autres à 84° (cire de Carnauba). On note le temps qui s'écoule entre la fusion des premiers et celle des seconds, et l'on construit la courbe en prenant pour abscisses les températures de la source et pour ordonnées les temps mesurés à l'aide d'un compteur à pointage. J'ai construit de cette façon, pour chacun des trois corps étudiés jusqu'à présent, trois courbes qui, d'après les recherches de M. Lagarde, sont des hyperboles équilatères. On trace alors une seconde série de courbes, en prenant pour abscisses chacune des trois épaisseurs de la roche en expérience et pour ordonnées celles qui sont relatives aux courbes températures-temps précédemment trouvées. La résistance thermique est alors donnée graphiquement par la longueur de l'ordonnée ayant pour abscisse l'épaisseur 10 et rencontrant l'isotherme relative à la température 100. Cette courbe est une hyperbole non équilatère.

» Les résultats obtenus ont été les suivants :

	Résistance thermique.	Coefficient de conductibilité.
Verre................	122,4	2,66
Fer forgé............	42,3	10,26
Anhydrite...........	56,4	4,56

» La nouveauté de cette méthode consiste dans la substitution de l'évaluation précise des temps à la détermination des températures. »

PHYSIQUE. — *De l'évaluation de la conductibilité thermique par la mesure des temps pendant l'état variable;* par M. H. LAGARDE.

« Les expériences de M. Thoulet sur le fer, le verre et l'anhydrite, montrent que, si l'on fait passer la surface supérieure d'une plaque d'épaisseur l d'une température θ_1 à une température θ_2, il existe une relation facile à établir expérimentalement entre les temps et les températures initiales a. Pour déterminer la nature de cette relation, considérons l'équation aux

différentielles partielles relative à l'état variable (¹)

$$\frac{du}{dt} = \gamma^2 \frac{d^2u}{dx^2}.$$

» Si l'on pose $u = b - \frac{b-a}{l}x + z$, de sorte que pour $x = l$, $z = o$, on a à intégrer

$$\frac{dz}{dt} = \gamma^2 \frac{d^2z}{dx^2}.$$

» En prenant $z = e^{mx+n^2t}$ et en satisfaisant à la condition que, pour $x = l$, $z = o$, on a une intégrale particulière de la forme

$$z = \frac{Ce^{n^2t}}{e^{-\frac{nl}{\gamma}}}\left[e^{-\frac{nl}{\gamma}}e^{\frac{n}{\gamma}x} - e^{\frac{nl}{\gamma}}e^{-\frac{n}{\gamma}x}\right].$$

» g étant la température de l'étuve, liée à a, dans les limites de température où l'on opère, par la relation $g = pa + q$, la valeur de u doit satisfaire à la relation relative à la surface supérieure

$$\left[\gamma^2 \frac{du}{dx} - \delta^2(u - g) = \frac{du}{dt}\right]^{x=0},$$

d'où, pour z,

$$\left[\gamma^2 \frac{dz}{dx} + \delta^2 \frac{b-a}{l}x - \delta^2 z = \frac{dz}{dt}\right]^{x=0},$$

en annulant le terme tout connu, ce qui détermine la valeur de b. En substituant et en effectuant les réductions, on obtient la relation

$$e^{\frac{nl}{\gamma}}(n\gamma + \delta^2 + n^2) = e^{-\frac{nl}{\gamma}}(\delta^2 + n^2 - n\gamma).$$

» En limitant au troisième terme les développements des exponentielles, approximation légitimée par l'expérience, on en tire

$$n^2 = -\frac{2}{l}\frac{(\gamma^2 + l\delta^2)}{(l+2)}.$$

» L'intégrale générale de la forme

$$z = \sum \frac{ce^{n^2t}}{e^{-\frac{nl}{\gamma}}}\left[e^{-\frac{nl}{\gamma}}e^{\frac{n}{\gamma}x} - e^{\frac{nl}{\gamma}}e^{-\frac{n}{\gamma}x}\right]$$

(¹) VERDET, *Conférences de Physique à l'École Normale*, 1re Partie, p. 42.

devient, dans ces conditions,

$$z = c^{n^2 t} \sum \frac{c}{e^{-\frac{nl}{\gamma}}} \left[e^{-\frac{nl}{\gamma}} e^{\frac{n}{\gamma}x} - e^{\frac{nl}{\gamma}} e^{-\frac{n}{\gamma}x} \right].$$

Si l'on fait

$$x = 0,\ t = 0,\ u = \theta_1,\ z = \theta_1 - b \quad \text{et} \quad x = 0,\ t = \mathrm{T},\ u = \theta_2,\ z = \theta_2 - b,$$

en divisant membre à membre, il vient

$$\frac{\theta_2 - b}{\theta_1 - b} = e^{-\frac{2}{l}\frac{(\gamma^2 + l\delta^2)}{(l+2)}\mathrm{T}}.$$

En développant l'exponentielle, on peut se borner aux deux premiers termes, et la relation devient

$$\frac{hl(\theta_2 - q) + \theta_2 \mathrm{K} - a(\mathrm{K} - p)}{hl(\theta_1 - q) + \theta_1 \mathrm{K} - a(\mathrm{K} - p)} = 1 + n^2 \mathrm{T}.$$

» Par suite, la relation qui lie T et a est de la forme

$$(\mathrm{K} - p) n^2 \mathrm{T} a - \mathrm{B} n^2 \mathrm{T} + \mathrm{A} - \mathrm{B} = 0.$$

» Dans les limites d'approximation admises, qui sont justifiées par les résultats expérimentaux, la portion étudiée de la courbe théorique se confond donc avec une hyperbole équilatère, dont l'une des asymptotes est l'axe des a et l'autre parallèle à l'axe des T, à une distance de l'origine déterminée par la relation

$$(\mathrm{K} - p)x = hl(\theta_1 - q) + \theta_1 \mathrm{K}.$$

» Cette équation entre x et l détermine une droite que nous appelons *droite des asymptotes*, facile à construire par deux séries d'expériences.

» La relation qui lie les épaisseurs et les temps est

$$\mathrm{D.C}(\theta_2 - \theta_1)x^2 + 2h(\theta_1 - q)xy + 2\mathrm{D.C}(\theta_2 - \theta_1)x + 2[\theta_1 \mathrm{K} - a(\mathrm{K} - p)]y = 0.$$

» La courbe qu'elle représente est une hyperbole ayant une asymptote parallèle à Oy, passant par l'origine et le point $(y = 0, x = -2)$. Avec deux autres points déterminés expérimentalement, on peut facilement construire cette hyperbole à l'aide de l'hexagone de Pascal. On peut remarquer aussi que l'abscisse à l'origine de l'asymptote parallèle à Oy n'est autre que la valeur de l déduite de la droite des asymptotes en faisant $x = a$.

» L'hyperbole épaisseur-temps, correspondant à la température initiale 100, détermine la résistance thermique définie par M. Thoulet. L'expression de cette quantité étant

$$T_1 = -\frac{D.C\,l(l+2)(\theta_2-\theta_1)}{2[hl(\theta_1-q)+\theta_1 K - a(K-p)]},$$

dans laquelle $l=1$ et $a=100$, cette valeur est proportionnelle au produit D.C, et en raison inverse de la distance du point ($y=1$, $x=100$) à la droite des asymptotes.

» Enfin, l'abscisse à l'origine de la droite des asymptotes étant $\alpha = \frac{\theta_1 K}{K-p}$, cette longueur étant déterminée, on en déduit la valeur du coefficient de conductibilité K. On trouve ainsi, avec les expériences de M. Thoulet :

Fer	10,26
Anhydrite	4,56
Verre	2,66

» On peut donc, avec deux plaques de même substance et d'épaisseurs différentes assez faibles, trouver, par quatre déterminations de temps exécutées rapidement, soit la résistance thermique, soit le coefficient de conductibilité, qui constituent une constante caractéristique importante pour les diverses substances.

» En étendant à d'autres corps le principe de cette méthode, nous nous proposons d'en montrer toute la généralité. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse.* Note de M. **D. Tommasi.**

« Je me propose, dans cette Note, de démontrer la loi suivante. Lorsqu'un courant voltaïque traverse plusieurs électrolytes, pour qu'il y ait décomposition il faut que la quantité de calories produites par la pile soit égale à la somme de calories absorbées par chaque électrolyte, augmentée des calories nécessaires à vaincre la résistance totale des électrolytes. J'entends par calories produites par la pile celles qui sont transmissibles au circuit.

» Bien que cette loi ait été énoncée sous bien des formes et admise en principe par plusieurs physiciens, j'ai pensé néanmoins qu'il était néces-

saire de la soumettre au contrôle de l'expérience; voici les résultats que j'ai obtenus.

» 1° Deux voltamètres à eau ([1]) ne sont pas électrolysés par deux éléments Daniell ([2]). En effet, $98 < 69 + 69$ ([3]).

» 2° Si l'électrode positive est en cuivre, il y a décomposition. En effet,

$$98 > 69 + 69 - 56,4 \text{ (4)}.$$

» 3° Si les deux électrodes positives sont en cuivre, à plus forte raison il doit y avoir décomposition. En effet, $98 > 69 + 69 - 2 \times 56,4$.

» 4° Si les deux électrodes positives sont l'une en argent et l'autre en cuivre, il y a décomposition. En effet, $98 > 69 + 69 - (56,4 + 20,6)$ ([5]).

» 5° Si l'on prend les deux électrodes positives en argent, on ne devrait pas observer de décomposition, puisque les calories dégagées par la pile sont presque égales à celles qui sont nécessaires à la décomposition de l'eau; or, en général, il faut toujours quelques calories en plus pour vaincre la résistance de l'électrolyte et pour neutraliser les effets secondaires produits dans l'intérieur de la pile. En effet, 98 est égal, à 1^{cal} près, à $69 + 69 - 41,2$, soit 97.

» Cependant la décomposition de l'eau a lieu. Ce fait est une nouvelle preuve en faveur de l'hypothèse que j'ai émise dans mon dernier Mémoire, à savoir qu'il existe certains métaux qui ont la singulière propriété de déterminer la résistance électrique de certains liquides.

6° $2^{él}$ *Daniell* + $1^{él}$ *zinc-cuivre, soit* $98 + 38 = 136$.

» Avec deux électrodes en platine, il n'y a pas de décomposition. En effet, $136 < 69 + 69$.

» Avec une électrode positive en cuivre, il y a décomposition. En effet,

$$136 > 69 + 69 - 56,4.$$

» 7° $3^{él}$ Daniell, soit 147^{cal}.

» Avec les électrodes en platine, il y a décomposition, pourvu qu'elles soient assez rapprochées les unes des autres, beaucoup plus que dans les expériences précédentes. En effet, $147 > 69 + 69$.

» 8° Avec une électrode positive en argent, il y a décomposition. En effet,

$$147 > 69 + 69 - 20,6.$$

» 9° Avec une électrode positive en cuivre, il y a, à plus forte raison, décomposition. En effet, $147 > 69 + 69 - 56,4$.

([1]) L'eau contenait $\frac{1}{10}$ de son poids d'acide sulfurique.

([2]) $1^{él}$ Daniell vaut environ 49^{cal}.

([3]) 69 représente les calories absorbées par une molécule d'eau pour se décomposer en ses éléments.

([4]) 56,4 représente les calories de combinaison du sulfate de cuivre.

([5]) $20,6 =$ calories de combinaison du sulfate d'argent.

Eau acidulée avec $\frac{1}{10}$ de son poids d'acide chlorhydrique, 2 voltamètres.

» 1° $2^{él}$ Daniell ne décomposent pas l'eau si toutes les électrodes sont en platine. En effet, $98 < 66 + 66$ (1).

» 2° Avec une électrode positive en cuivre, il y a décomposition. En effet,

$$98 > 66 + 66 - 66{,}2 \ (^2).$$

» 3° Avec une électrode positive en étain, il y a décomposition. En effet,

$$98 > 66 + 66 - 81{,}2 \ (^3).$$

» L'étain étant employé comme électrode négative, l'eau n'est pas décomposée.

3 *voltamètres. Eau acidulée avec $\frac{1}{10}$ de son poids d'acide sulfurique.* $2^{él}$ *Daniell.*

» 1° Avec les électrodes en platine, il n'y a pas de décomposition. En effet,

$$98 < 69 + 69 + 69.$$

» 2° Avec une seule électrode positive en cuivre, il n'y a pas non plus de décomposition. En effet, $98 < 69 + 69 + 69 - 56{,}4$.

» 3° On obtient le même résultat avec deux électrodes positives en cuivre. En effet,

$$98 < 69 + 69 + 69 - 2 \times 56{,}4.$$

» Mais avec les trois électrodes positives en cuivre, il y a décomposition. En effet,

$$98 > 69 + 69 + 69 - 3 \times 56{,}4.$$

» Si l'on remplace la première électrode en cuivre, celle qui est reliée avec la pile, par du platine, la décomposition de l'eau cesse de se produire, car, dans ce cas, nous nous trouvons dans les mêmes conditions que dans l'expérience n° 3.

» Je poursuis ces recherches, et j'espère bientôt avoir l'honneur de présenter à l'Académie de nouveaux résultats qui confirmeront davantage la loi sur l'électrolyse que j'ai annoncée. Qu'il me soit permis de dire dès maintenant, pour prendre date, que j'ai recueilli plusieurs faits concernant le rapport qui existe entre les calories produites par une pile et les calories absorbées par plusieurs voltamètres contenant de l'eau, des solutions salines ou des sels fondus (4). »

---

(1) D'après M. Berthelot, l'acide chlorhydrique étendu absorberait environ 66^{cal} pour se décomposer.

(2) 66,2 = calories de combinaison du chlorure cuivreux.

(3) 81,2 = calories de combinaison du chlorure stanneux.

(4) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Debray, à l'École Normale.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la solubilité des aluminates de chaux dans l'eau. Influence de cette solubilité sur le durcissement définitif des matériaux hydrauliques.* Note de M. Éd. Landrin.

« Je poursuis, depuis l'année 1878, une série de recherches sur la théorie de la prise des matériaux hydrauliques, recherches dont j'ai cru devoir consigner les principaux résultats dans trois plis cachetés que l'Académie a bien voulu recevoir dans ses séances du 15 avril 1878, du 27 janvier 1879 et du 20 février 1882. Le temps étant un des éléments les plus importants de ces recherches, je n'avais pas cru devoir en divulguer jusqu'à présent les principaux résultats, mais la Communication faite à l'Académie dans sa séance du 27 mars dernier, par M. H. Le Châtelier, m'oblige à revendiquer aujourd'hui la priorité de quelques faits signalés par ce savant, et notamment la constatation de la solubilité relativement considérable des aluminates de chaux dans l'eau : c'est ce que je prie l'Académie de vouloir bien constater en ouvrant le dernier pli cacheté déposé par moi sous le n° 3556, et en prenant connaissance de son contenu.

Extrait du pli cacheté.

» ..... Je veux établir, en outre, que les aluminates de chaux, dont les travaux si remarquables de M. Fremy ont montré les propriétés hydrauliques, sont cependant des composés extrêmement nuisibles à la conservation à l'eau des mortiers ou ciments dans lesquels ils sont produits par la cuisson.

» *Les aluminates de chaux sont, en effet, solubles dans l'eau,* comme l'aluminate de baryte de H. Sainte-Claire Deville. En préparant les aluminates de chaux par les procédés de M. Fremy, et en les traitant comme suit : 1^{gr} d'aluminate par 500^{cc} d'eau froide ou bouillante, on a pu dissoudre :

	I.	II.	III.
Alumine.........	0,216	0,206	0,440
Chaux..........	0,256	0,248	0,243

» L'expérience I se rapportait au composé $Al^2O^3, 2CaO$; l'expérience III au composé Al^2O^3, CaO bien préparé, et l'expérience II au même composé, mais n'ayant pas subi une fusion complète; ce corps était seulement fritté. En traitant, dans les mêmes conditions, divers composés hydrauliques pro-

venant des fabriques d'Argenteuil, on a trouvé :

	Chaux hydraulique.	Ciment à prise rapide.	Ciment à prise lente, façon Portland.
Alumine.....	0,006	0,026	0,031
Chaux......	0,201	0,156	0,117

» Les aluminates de chaux existent donc dans ces divers composés en proportion plus ou moins grande, et, suivant cette proportion, doivent communiquer à ces composés des résistances à la mer plus ou moins énergiques. Au contraire, la chaux du Theil, qui ne renferme que des traces d'alumine, doit être la chaux qui, par excellence, donne le maximum de résistance lorsqu'elle est immergée, ce qui est en tout point conforme à la pratique. De même, les pouzzolanes, qui ne renferment pas d'aluminates solubles, doivent aussi donner d'excellents résultats.

» En dernier lieu, j'ai cherché si le sesquioxyde de fer ne donnerait pas de composés analogues à l'alumine; dans tous les cas, les mélanges de chaux et d'oxyde de fer chauffés au rouge blanc n'ont pas donné de composés hydrauliques; traités par l'eau, ils ont cédé de la chaux à ce liquide, mais jamais de sesquioxyde de fer. L'oxyde de fer a donc un rôle absolument négatif dans la prise des composés hydrauliques. Enfin, je pense que cette solubilité des aluminates de chaux dans l'eau pourrait être utilisée avantageusement dans la fabrication du sucre et dans le traitement des mélasses. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rapport entre l'isomorphisme, les poids atomiques et la toxicité comparée des sels métalliques*. Note de M. **J. Blake**, présentée par M. Wurtz.

« Les *Comptes rendus* ont publié l'an dernier une Communication de M. Ch. Richet sur *la toxicité comparée des métaux*. Les expériences qui y sont rapportées ont été faites en dissolvant différents sels métalliques dans l'eau, et introduisant des poissons dans ces diverses solutions. La conclusion que M. Richet a tirée de ces expériences, c'est qu'il n'y a aucun rapport entre la toxicité et la fonction chimique des métaux.

» Depuis plusieurs années, je me suis occupé de rechercher les effets qui sont produits par l'introduction de substances inorganiques dans le *sang* des animaux vivants. Dans le cours de ces expériences, j'ai essayé l'action de sels de trente métaux; comme les résultats auxquels mes expé-

riences m'ont conduit sont tout à fait opposés à ceux que M. Richet a tirés des siennes, je vais rappeler les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Le premier résultat que j'ai obtenu sur le rapport entre les propriétés chimiques et l'action physiologique de ces sels métalliques a été publié dans une Communication adressée à l'Académie en 1839, où j'ai dit :

« Le premier fait qui nous frappe, c'est le rapport qui existe entre la composition chimique et l'action physiologique des sels employés. Ce rapport n'est pas, il est vrai, tel que l'état actuel de nos connaissances des affinités chimiques nous l'eût fait prévoir; car il est évident que les décompositions effectuées dans le sang par ces sels, décompositions sur lesquelles roule toute leur action physiologique, il est évident, dis-je, que ces décompositions dépendent de la base du sel, et ne sont que peu modifiées par la combinaison de cette base avec les acides même les plus puissants. »

» En 1840, dans un Mémoire présenté à la Société royale de Londres, j'ai montré que les réactions physiologiques qui suivent l'introduction de ces sels métalliques dans le sang sont déterminées par leurs relations d'isomorphisme, les substances dans la même famille isomorphe donnant lieu à des réactions physiologiques semblables.

» En 1870, dans un Mémoire que j'ai lu à l'Académie des Sciences de Californie, j'ai montré que l'intensité de l'action de ces sels métalliques dans la même famille isomorphe était déterminée par leur poids atomique : plus le poids atomique est élevé, moins il faut de sel pour produire la même réaction physiologique. Si les conclusions que j'ai tirées de mes expériences sont fondées (et elles ont compris l'investigation de combinaisons de quarante éléments, parmi lesquels des sels de trente métaux), il est clair que la fonction chimique exerce un rôle des plus importants dans les réactions physiologiques [1].

» Si les expériences de M. Richet l'ont conduit à une autre conclusion, on peut l'attribuer à cette circonstance que les substances toxiques, quand elles sont mises en contact avec les membranes muqueuses ou gastro-intestinales ou pulmonaires, produisent d'autres effets que quand on les introduit

---

[1] En 1869, M. Rabuteau a communiqué à l'Académie un Mémoire dans lequel il a tâché de démontrer qu'il existe une liaison entre la toxicité des métaux et leur poids atomique. Ses expériences n'ont pas été assez nombreuses pour démontrer le vrai rapport qui existe entre ces deux phénomènes, mais c'est son Mémoire qui m'a conduit à envisager la question du rapport entre l'action physiologique et les poids atomiques, et qui m'a ainsi mené à la découverte de la loi que je viens d'annoncer. M. Dujardin a aussi démontré que parmi les alcools de la même série l'action toxique augmente toujours avec le poids atomique.

directement dans le sang. Pour ne citer que quelques cas où cette différence est bien marquée, je rappellerai que le curare, le venin du cobra, la salive du chien enragé peuvent être avalés pour ainsi dire impunément, tandis que, introduits directement dans le sang, ils sont des agents toxiques des plus prononcés. Claude Bernard a même démontré, dans ses *Leçons sur les substances toxiques*, que le tannin dans l'eau où se trouvent des poissons les empoisonne aussi vite que le curare, et cependant il a été bien loin de tirer la conclusion que le tannin était une substance aussi toxique que le curare. Il y a bien d'autres considérations qui empêchent de tirer des expériences de M. Richet aucune conclusion sur la toxicité des sels employés. Ainsi les différents sels ont des coefficients de diffusion très divers, et, quand ils sont en présence d'une membrane comme celle qui recouvre les branchies, il entre dans le sang des quantités très différentes de deux sels, bien qu'ils soient en dissolution dans l'eau dans le même rapport. La rapidité avec laquelle les divers sels entrés dans le sang sont éliminés par les reins n'est pas du tout la même, et l'action locale de ces sels sur le tissu même des branchies peut, comme dans l'expérience de Claude Bernard avec le tannin, fausser toute conclusion sur leur toxicité comparée qu'on pourrait tirer des expériences de M. Richet.

» Ces considérations, je l'espère, suffiront ponr démontrer que les expériences rapportées par M. Richet ne prouvent rien contre le lien que j'ai découvert entre la fonction chimique et l'action physiologique des sels métalliques; en effet, cette liaison est tellement intime, que je crois que la matière vivante pourra nous doter d'un élément important pour les questions de Chimie moléculaire [1]. »

M. Dumas fait remarquer que M. J. Blake ne semble pas rendre à M. Rabuteau toute la justice qui lui est due. Les considérations que ce dernier a publiées depuis longtemps n'ont laissé aucune incertitude sur l'accroissement du caractère toxique avec l'élévation du poids atomique dans les corps simples comparables.

---

(1) Quant à l'exception que présentent les sels de potasse dans leur action physiologique et sous le rapport de l'isormorphisme et du poids atomique, c'est un fait que j'ai publié il y a plusieurs années : c'est le seul cas, parmi les trente métaux avec lesquels j'ai expérimenté, où se trouve une telle anomalie. Cependant la toxicité comparée de ces sels est beaucoup moindre que celle qu'a indiquée M. Richet, car le coefficient de diffusion des sels potassiques est beaucoup plus grand que celui des autres sels dont il s'est servi : ainsi ils entrent dans le sang à travers la membrane branchiale beaucoup plus facilement que les autres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés physiques du camphre bichloré.* Note de MM. P. Cazeneuve et Didelot, présentée par M. Wurtz.

« Le camphre bichloré $C^{10}H^{14}Cl^2O$ découvert par l'un de nous [1] est insoluble dans l'eau, à laquelle il donne toutefois son odeur. Projeté à sa surface, il prend des mouvements gyratoires très intenses, comme le camphre. Il est peu soluble dans l'alcool très froid. Son coefficient de solubilité dans ce liquide augmente rapidement avec la température. A l'ébullition, le camphre bichloré paraît se dissoudre en toutes proportions. Il est très soluble dans le chloroforme, dans le sulfure de carbone. Il est extrêmement soluble dans l'éther; il se liquéfie même au contact de la vapeur d'éther. Cette solution éthérée, abandonnée dans un ballon ouvert, cristallise difficilement. L'éther paraît retenu énergiquement, comme s'il s'effectuait une sorte de combinaison moléculaire.

» Le camphre bichloré est insoluble dans l'acide acétique; une trace se dissout à l'ébullition. On se rappelle que le camphre s'y dissout et forme même une combinaison moléculaire.

» Agité avec une solution aqueuse d'aldéhyde, le camphre bichloré se liquéfie en se combinant à l'aldéhyde, comme le fait le camphre. Cette combinaison moléculaire est plus dense que l'eau. La combinaison de camphre et d'aldéhyde est au contraire plus légère que ce liquide.

» Le camphre bichloré pulvérisé avec de l'hydrate de chloral ne se liquéfie pas comme le fait le camphre.

» Le camphre bichloré a pour densité 4,2. La densité du camphre, plus faible que celle de l'eau, est 0,986-0,996.

» Le camphre bichloré fond exactement à 96°; il se solidifie à 95°, reste mou et pâteux même au-dessous de 70°. Le point de fusion publié dans la Note du 13 mars, 89-93, est inexact. Le produit examiné renfermait une trace d'impureté.

» Remarque digne d'intérêt, le camphre monochloré de Wheeler fond à 95°. Il appartient probablement à une série isomère. Un degré de différence dans le point de fusion n'est pas en rapport avec un degré de chloruration du simple au double.

» Le pouvoir rotatoire du camphre bichloré est

$$[\alpha]_j = +57°,3.$$

---

[1] *Voir* Cazeneuve, *Comptes rendus*, séance du 13 mars 1882.

Ce pouvoir rotatoire est constant, soit dans l'alcool, soit dans le chloroforme. Le camphre, au contraire, d'après la remarque intéressante de Biot, présente un pouvoir rotatoire variable suivant la proportion d'alcool qui le tient en dissolution : de là la conclusion à une combinaison moléculaire.

» Le camphre bichloré ne donne des cristaux nettement définis qu'au sein de l'alcool. Ces cristaux sont biréfringents. Ils se présentent sous forme de prismes droits à base rhombe de 100°40′, terminés par un dôme de 122°55′, parallèle à la petite diagonale de base. Les uns sont très allongés suivant les pans du prisme et ne portent aucune face de modification autre que celle du dôme; les autres, de forme courte, prennent l'aspect octaédrique par suite de la réduction des faces du prisme et de l'accroissement de celles des dômes; enfin ces derniers présentent fréquemment une face parallèle au plan des petites diagonales de base. Les faces de base ne sont visibles que dans un très petit nombre de ces cristaux; la substance présente deux clivages difficiles parallèlement aux pans du prisme.

» Ces deux aspects différents, forme allongée et forme courte, se produisent suivant la concentration de la solution alcoolique et la rapidité de la cristallisation. L'aspect octaédrique apparaît dans les cristallisations très lentes. On obtient un produit dur. Une cristallisation rapide donne de longues aiguilles accolées et friables.

» Ces deux aspects sont tellement différents, qu'on est tenté de croire au dimorphisme. Les mensurations infirment cette manière de voir. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Peptones et alcaloïdes. Réponse à M.* J. Béchamp. Note de M. C. **Tanret**, présentée par M. A.-Milne Edwards.

« Dans les conclusions de sa Note insérée au dernier numéro des *Comptes rendus,* M. J. Béchamp reproduit, à certains égards, ce que j'avais eu l'honneur d'exposer moi-même en mai 1881. En effet, dans ma Note intitulée *Peptones et alcaloïdes* ([1]), j'ai établi :

» 1° Que les réactifs qui précipitent les alcaloïdes précipitent les peptones...;

» 2° Qu'en traitant les peptones par l'éther et le carbonate de potasse

([1]) *Comptes rendus,* t. XCII, p. 1163.

on en retire des alcaloïdes qui réduisent le cyanoferride de potassium

» 3° Que cette réduction n'est pas caractéristique des ptomaïnes, puisque des poisons végétaux très violents la produisent, notamment l'ésérine et l'hyoscyamine, dont l'action sur la pupille est si différente.

» Il est vrai que nous différons sur quelques points de détail; c'est ainsi que M. J. Béchamp obtient avec le bicarbonate de potasse ce que seul m'a donné le carbonate neutre. Or, sans parler de l'entraînement possible, par l'éther, de traces de peptone suffisantes pour produire les réactions observées, on peut s'expliquer la présence du carbonate de potasse et par suite son action, dans les expériences de l'auteur, par la dissociation partielle du bicarbonate employé. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la rapidité de la propagation de la bactéridie charbonneuse inoculée.* Note de M. A. RODET, présentée par M. Bouley.

« Le 12 décembre 1881, M. Davaine exposait devant l'Académie le résultat de ses expériences sur la rapidité de l'absorption des virus à la surface des plaies. Partant de cette idée qu'il n'était peut-être pas rigoureux de transporter à la pratique les conclusions décourageantes des expériences de MM. Renault et Colin, à cause de la nature si différente des plaies accidentelles et des plaies d'inoculation à la lancette, il avait pensé se rapprocher davantage des conditions ordinaires en expérimentant sur des plaies de nature variée, par exemple sur des plaies produites par l'excision des téguments. Il obtint des résultats absolument différents de ceux de MM. Renault et Colin. Cautérisant les plaies trois quarts d'heure, une heure et même trois heures après y avoir déposé du sang charbonneux très actif, il vit survivre sept lapins sur dix.

» Je suis heureux de voir ainsi confirmées par M. Davaine les expériences que j'ai faites moi-même sur le même sujet l'hiver dernier, au laboratoire de Médecine expérimentale de la Faculté de Lyon, sous la direction de M. Chauveau, et qui sont consignées dans ma Thèse inaugurale ([1]). J'ai en effet obtenu un résultat analogue à celui de M. Davaine, à savoir une grande irrégularité dans les effets de la destruction de la partie inoculée.

» J'ai aussi opéré sur des lapins. J'ai pratiqué les inoculations à la lancette, au bout de l'oreille, et j'ai sectionné cet organe après un temps variable.

» Sur huit lapins, dont les oreilles avaient été coupées à peu près à la même hauteur, quatre moururent du charbon, chez lesquels la section avait été faite deux heures, cinq

heures, six heures et neuf heures après l'inoculation ; quatre survécurent, chez lesquels elle avait été faite après une heure, trois heures, sept heures et même dix heures.

» Sur neuf lapins opérés de même, six moururent, qui avaient eu l'oreille coupée après une, deux, quatre, sept, huit et neuf heures; trois survécurent, chez lesquels la section avait été pratiquée trois, cinq et six heures après l'inoculation.

» Dans deux autres expériences, les sections furent faites trois heures après l'inoculation sur une première série de douze lapins, et après trois quarts d'heure sur une seconde : les vingt-quatre animaux succombèrent au charbon.

» En résumé, sur 41 lapins, 31 moururent, 10 survécurent, et ces derniers ne furent pas ceux chez lesquels la section avait été faite le plus tôt.

» Le rapport entre les survivants et les morts n'a pas été, dans mes expériences, le même que pour les animaux de M. Davaine ; mais, à ce rapport près, le résultat est absolument analogue : c'est un défaut absolu de règle pour la rapidité d'absorption.

» En présence de ces faits, si différents de ceux de MM. Renault et Colin, j'en ai cherché l'explication et j'ai cru devoir invoquer comme causes de la variabilité des résultats : l'activité particulière et variable des bactéridies, dont la multiplication joue sans doute un grand rôle dans le phénomène de la propagation ; la nature intime du terrain organique, analogue, je le veux bien, chez tous les animaux de même espèce, mais non sans doute absolument identique et pouvant présenter des différences d'ordre physique, chimique ou physiologique ; enfin la localisation de la bactéridie en tel ou tel point du tissu sous-dermique, localisation plus ou moins favorable au séjour ou à la propagation.

» Je n'ai pas cru devoir attribuer d'importance au rôle des vaisseaux sanguins ; et sur ce point particulier j'entreprends, avec M. Chauveau, de nouvelles expériences qni pourront jeter un certain jour sur la question.

» Pour M. Davaine, c'est surtout dans la nature des plaies qu'il faut chercher la raison des différences observées; or, j'ai obtenu les mêmes résultats que lui, quoique j'aie opéré, comme MM. Renault et Colin, par des inoculations à la lancette. La nature de la plaie ne paraît donc pas avoir une influence de premier ordre, et, si j'ai eu l'honneur d'adresser cette Note à l'Académie, c'est précisément parce que mes faits me paraissent commander une certaine réserve au sujet de l'explication de M. Davaine. »

---

(1) *Contribution à l'étude expérimentale du charbon bactéridien.* Thèse de Lyon, 18 juin 1881.

ZOOLOGIE. — *Le Puceron des Lataniers* (Cerataphis lataniæ) (Coccus lataniæ *Boisduval,* Boisduvalia lataniæ *Signoret*). Note de M. **J. Lichtenstein.**

« Les Lataniers de l'île Bourbon sont attaqués par un insecte homoptère qui paraît être tellement abondant, qu'on le retrouve dans toutes les serres chaudes de l'Europe où l'on cultive des Lataniers venant de ce pays.

» M. Boisduval, dans son *Entomologie agricole,* en 1867, le nomme *Coccus lataniæ,* quoique cet insecte ne présente aucun des caractères des Coccidiens, car, sauf sa forme arrondie et la fimbriature nacrée qui rappelle l'apparence de quelques cochenilles, ni le rostre, ni les antennes, ni les tarses, ne présentaient les caractères du groupe auquel Boisduval le rattachait à la suite de sa monographie des *Aleurodes.* En 1867, M. Signoret mentionne le même insecte, sous le nom de *Boisduvalia lataniæ,* mais sans donner aucune diagnose, avouant qu'il ne sait où le caser et faisant appel aux entomologistes de l'île Bourbon pour trouver la forme mâle, qu'il suppose devoir être ailée comme les Coccides en général. Depuis plusieurs années j'observe ce puceron, qui est très abondant sous la forme décrite par Boisduval et Signoret, et, en mai 1881, j'entrevis une forme ailée, mais en un seul exemplaire mutilé, ce qui me permit pourtant de constater que j'avais affaire à un Aphidien du groupe des *Schizoneura.*

» Il y a quelque temps, M. Signoret eut l'obligeance de me communiquer un second exemplaire aussi assez mal conservé, dont l'examen confirma ma première impression sur la vraie nature de cet animal, et enfin, hier (25 mars), j'ai trouvé dans les serres du Jardin des plantes de Montpellier l'insecte ailé vivant.

» A première vue, on dirait un Phylloxera ailé : il en a la taille, la couleur et *porte ses ailes à plat,* caractère très rare chez les Aphidiens, car je ne connais que quatre genres dans ce cas-là (*Aploneura, Vacuna, Phylloxera,* et le nouveau venu.)

» Mais, à l'examen microscopique, les antennes de cinq articles, la cubitale fourchue au lieu d'être simple, la présence d'embryons formés dans l'abdomen, sont autant de caractères qui l'éloignent du Phylloxera et le rattachent au genre *Vacuna,* dans lequel il pourrait même se ranger à la rigueur, mais dont il se distingue, *sous toutes les formes que je connais,* par la présence de deux petites cornes coniques et aiguës, sous le front, entre les antennes.

» Ce caractère m'a engagé à créer pour lui le nom générique de *Cérataphis* (κέρας, corne, et ἄφις).

» La biologie de cet insecte, que je ne connais pas encore en entier, se rapprochera beaucoup de celle du *Phylloxera vastatrix*. Je trouve, comme dans le puceron de la vigne, la grosse forme aptère, pondant sans le concours du sexe mâle (*Pseudogyne fondatrice*). Cette forme est suivie d'une seconde qui lui ressemble beaucoup, mais qui a un article de plus aux antennes (*Pseudogyne bourgeonnante*). Celle-ci paraît avoir la faculté de se reproduire indéfiniment, par bourgeonnement, comme le Phylloxera des racines, et enfin de loin en loin (deux fois en quatre ans, avec des visites presque hebdomadaires aux plantes attaquées) paraît une forme ailée. Si ma théorie de l'évolution phylloxérienne est bien fondée, cet ailé sera la *Pseudogyne pupifère* et devra fournir les petits sexués aptères, mâle et femelle. Peut-être un heureux hasard me permettra-t-il un jour de conduire jusqu'au bout cet élevage, d'autant plus difficile à réussir qu'il exige 30° de chaleur constante. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la densité et la chloruration de l'eau de mer puisée à bord du* Travailleur *en* 1881. Note de M. **Bouquet de la Grye**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Les densités des échantillons d'eau de mer ont été obtenues par trois procédés différents :

» 1° Directement par la méthode des pesées ; on a introduit pour cela une certaine quantité d'eau de mer dans une ampoulette d'une capacité connue et, du poids de cette eau, on a conclu sa densité en tenant compte de sa dilatation, de celle de l'ampoulette et du poids de l'air déplacé. Ces densités sont rapportées à la température de 15°. Elles sont inscrites dans la colonne n° 4 du Tableau ci-joint.

» 2° La densité a été conclue des chiffres inscrits sur les flacons contenant les échantillons. Ces chiffres représentent les densités données par un aréomètre non étalonné, ainsi que la température de l'eau de mer au moment de l'expérience. Au moyen de données obtenues en plaçant le même aréomètre à deux températures différentes, j'ai conclu sa dilatation propre et, par suite, j'ai pu réduire toutes les densités à la température de 15°.

» Les résultats sont inscrits dans la colonne 7. Dans la colonne 8 sont

portées les différences entre les chiffres de la colonne 7 et les densités vraies de la colonne 4. Comme on s'était servi de deux poids additionnels différents pour faire plonger l'aréomètre, la correction instrumentale a passé de 0,0063 à 0,0124. En appliquant ces corrections aux chiffres de la colonne 7, on arrive à des écarts qui atteignent 20 unités du quatrième ordre.

» Ce chiffre n'est point exagéré si l'on songe combien est difficile l'emploi de l'aréomètre à bord d'un bâtiment lorsqu'il y a du roulis.

» A côté de ce chiffre, qui exige un étalonnage préalable à terre et une correction importante due à la température, vient se placer celui qui a pour base la quantité de chlore contenue dans un échantillon d'eau de mer. J'ai indiqué, en 1875, que l'on pouvait obtenir ainsi, avec une grande approximation, la densité de l'eau salée; les chiffres portés dans la colonne 9 représentent le poids de chlore par litre de l'échantillon. En multipliant ce poids par 16,7, on a en décimales du quatrième ordre la correction à apporter au chiffre constant 0,9944 pour avoir la densité correspondante à 15° (à 20° on multiplierait par 16,0). La colonne 10 donne la densité ainsi calculée, qui ne diffère que peu de sa densité vraie, ainsi que le montre la colonne 11.

1. Dates.	2. Position.	3. Profondeur m	4. Densité à 15° par des pesées.	5. Chiffres inscrits sur les flacons T° o aréomètre.	6. Correction relative à la température.	7. Résultats.	8. Différence.	9. Poids du chlore par litre.	10. Densité calculée.	11. Erreur.
5 juillet.	42°52′N. 2°58′30″E.	Surface	1,02875	24 1,0201	+0,0025	1,0226	+ 61	20,93	1,0293	0,0005
		600	1,02926	25,2 1,0205	+0,0029	1,0234	+ 58	21,27	1,0299	+0,0006
		1000	1,02953	24,9 1,0198	+0,0028	1,0226	+ 69	21,40	1,0301	+0,0005
7 juillet.	En face de Nice......	300	1,02912	22,0 1,0150	+0,0020	1,0170	+121	21,00	1,0295	+0,0004
		600	1,02955	21,5 1,0150	+0,0018	1,0168	+127	24,04	1,0296	0,0000
12 juillet.	43°15′N. 5°1′E......	600	1,02964	20,3 1,0155	+0,0015	1,0170	+126	21,09	1,0296	0,0000
		1200	1,02948	18,4 1,0165	+0,0010	1,0175	+120	20,99	1,0294	—0,0001
		1800	1,02972	21,9 1,0150	+0,0020	1,0170	+127	21,33	1,0300	+0,0003
		2400*	1,02896	20,9 1,0155	+0,0017	1,0172	+117	20,85	1,0292	+0,0003
26 juillet.	35°30′N. 5°12′O....	200	1,02855	23,1 1,0155	+0,0023	1,0178	+107	20,65	1,0288	+0,0003
		400	1,02894	21,7 1,0160	+0,0019	1,0179	+110	20,85	1,0292	+0,0003
7 août...	39°33′ 12°4′30″O.	1500	1,02795	20,3 1,0160	+0,0015	1,0175	+104	20,19	1,0281	+0,0802
17 août...	44°48′30″ 7°1′30″O..	Surface	1,02718	»	»	»	»	19,85	1,0276	+0,0004
		500	1,02743	19,0 1,0140	+0,0011	1,0151	+123	19,83	1,0276	+0,0002
		1000	1,02752	18,2 1,0150	+0,0009	1,0159	+116	19,92	1,0277	+0,0002
		1500	1,02752	19,0 1,0140	+0,0011	1,0151	+124	19,90	1,0277	+8,0002
		2000	1,02756	18,9 1,0139	+0,0011	1,0150	+125	19,87	1,0276	0,0000

* Il doit y avoir ici une interversion de flacons.

» Passons maintenant à l'examen des chiffres obtenus. On voit de suite que la densité et la salure vont en augmentant lorsqu'on passe de l'Océan à la Méditerranée.

» Ainsi, dans le golfe de Gascogne, on a trouvé 1,02718; vis-à-vis des îles Berlingas, sur la côte du Portugal, 1,02795; puis au cap Tres Forcas, en dedans du détroit de Gibraltar, 1,02855, et enfin, au large de Nice, le maximum 1,02964.

» Les eaux de la surface sont moins salées et moins denses que celles inférieures, et, en général, l'accroissement varie dans le même sens que la profondeur.

» Ces faits s'accordent avec ce que nous savons de la différence de hauteur de la Méditerranée et de l'Océan et aussi avec les variations du niveau moyen de cette première mer constatées à la suite du nivellement géométrique de M. Bourdaloue.

» Comme les chiffres donnés par cet habile ingénieur ont été récemment contestés (1), je crois utile de montrer ici l'appui que viennent lui prêter les sondes du *Travailleur*.

» L'équilibre des mers envisagées sur de grandes étendues, étant un équilibre de poids, tel que celui qui se présente dans l'expérience des vases communiquants, le liquide le moins dense se maintient au niveau le plus élevé. Il se produit par suite un courant de surface allant du liquide le moins salé à celui qui l'est le plus. Si la cause qui rend permanente la différence de salure est constante, le courant lui-même est constant.

» Or l'évaporation exceptionnelle de la Méditerranée augmente la salure de ses eaux, d'où l'appel qui se produit au détroit de Gibraltar. Il n'y a donc rien que de naturel à ce que la hauteur moyenne de la mer qui, à Marseille, est plus basse de 1^{m} que celle de l'Océan, aille en augmentant au fur et à mesure que l'on s'avance dans l'Ouest et en diminuant lorsqu'on s'approche de la côte d'Italie, où l'eau est plus salée.

» J'ai montré, en 1875, que de deux séries d'échantillons d'eau de mer puisés dans l'Océan et dans la Méditerranée on pouvait conclure la différence de hauteur de ces deux mers à quelques centimètres près. Nous pouvons essayer encore ici de vérifier, en partant du même principe, les chiffres donnés dans les deux mers par M. Bourdaloue.

» De la sonde du 17 août, dans le golfe de Gascogne, on déduit une densité moyenne de 1,02708 pour 400^{m} de profondeur.

» De celle du 5 juillet, vis-à-vis de l'embouchure du Rhône, on déduit 1,028896 pour la même profondeur.

» Or ces deux chiffres conduisent à une différence de hauteur de $0^{m},72$,

(1) Mémoire de M. Vigau, inséré dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (mai 1881).

tandis que M. Bourdaloue indique $0^m,85$, entre Bayonne et Bouc, et la mer moyenne à Bayonne est certainement supérieure de quelques centimètres à celle en dehors des estacades de l'embouchure.

» La vérification est donc ici parfaite.

» Prenons maintenant la sonde précitée du 5 juillet et celle du 7 vis-à-vis de Nice. On a, dans ce dernier cas, une densité moyenne de 1,028896. En multipliant encore ce chiffre par 400 comme interpolation entre deux résultats reconnus exacts, et faisant la différence avec celui du 5 juillet, on a $0^m,08$ comme résultat, tandis que M. Bourdaloue conduit à $0^m,11$. La vérification est encore très exacte. Ces exemples nous montrent quel intérêt nouveau s'attache à la recherche des densités de la mer et le champ précieux d'investigation ouvert sur la constitution et les mouvements généraux des Océans par des sondes telles que celles faites en 1881 à bord du *Travailleur*. »

GÉOLOGIE. — *Observations à propos d'une Communication récente de M.* Dieulafait, *sur les roches ophitiques des Pyrénées;* par M. **Virlet d'Aoust.**

« A propos de l'important *Mémoire sur les roches ophitiques des Pyrénées* qui a été adressé à l'Académie par M. Dieulafait, le 6 mars dernier, je demande la permission de rappeler les conclusions que j'avais déjà formulées moi-même, il y a bientôt vingt ans.

» Dans une lettre adressée à Élie de Beaumont, le 10 mars 1863 [1], j'ai démontré que la fameuse ophite de Bayen ou de Palassou, la seule véritable ophite, avec laquelle les géologues ont souvent confondu les diorites siluriennes et dévoniennes, était une roche d'origine sédimentaire, une roche principalement composée d'éléments feldspathiques, une espèce de kaolin remanié, coloré par des substances vertes, puis modifié par des actions métamorphiques normales, ayant agi, selon les points, avec plus ou moins d'intensité ou pendant un temps plus ou moins prolongé : de là, les divers états sous lesquels elle se présente, euritique, porphyrique et enfin lherzolithique.

» J'ai démontré en même temps que cette roche occupe, dans le terrain

(1) Cette lettre a été seulement indiquée dans les *Comptes rendus de l'Académie*, mais elle a été reproduite par l'*Institut* et *les Mondes*, et aussi, plus tard, dans le tome XXIIe, 2e série, du *Bulletin de la Société géologique de France*.

de trias, exactement la position indiquée par M. Dieulafait et y forme une zone continue entre les grès rouges et les marnes irisées gypseuses et salifères, et qu'elle y est par conséquent congénère du muschelkalk. L'ophite succède, en effet, partout aux grès rouges et se lie intimement avec eux; ainsi, à Lez, près Saint-Béat, on peut facilement voir les grès et schistes rouges passer, par des nuances insensibles, à des schistes verts devenant de plus en plus feldspathiques et passant enfin à l'ophite elle-même. On peut suivre, à l'est de cette localité, les affleurements de cette roche qui s'annoncent par des pointements ou des dépressions du sol, jusqu'au col de Mendé et de là jusque vers le milieu de la montagne du Gar, dont le soulèvement l'a relevée avec les grès rouges et les calcaires de la montagne du Mont qui la recouvrent, et tout en conservant leur parallélisme. On peut également vérifier, de l'autre côté de la Garonne, dans la Barousse, plusieurs de ces passages évidents des grès rouges à l'ophite et notamment à l'ouest de Mauléon, au village d'Ourde, où nous avons également constaté, dans les schistes rouges, la présence de débris végétaux, signalés par de nombreuses queues cannelées de feuilles, dont malheureusement nous n'avons pas été assez heureux, sur les fragments détachés que nous avons pu observer, pour pouvoir constater aussi leur empreinte. Enfin, on peut encore facilement vérifier la véritable position géologique de l'ophite, à Lescure, entre Foix et Saint-Girons, où on la voit s'appuyer au sud, en gisement concordant sur les grès rouges qui constituent la montagne de Garié, tandis qu'au nord elle est recouverte, en stratification également concordante, par les marnes irisées gypseuses.

» Lorsque j'ai fait connaître ces faits, si contraires à l'opinion généralement reçue, d'une origine ignée de l'ophite, la plupart des géologues ont conservé leur opinion sur la prétendue origine plutonique de la roche. J'attendais patiemment que la lumière se fît. Aussi est-ce avec une vraie satisfaction que je vois aujourd'hui M. Dieulafait venir confirmer, en partie du moins, l'exactitude des faits que j'avais observés. »

M. C. **Decharme** adresse une cinquième Note concernant ses expériences hydrodynamiques.

Dans cette Note, l'auteur indique, en particulier, les phénomènes par lesquels se manifeste la répulsion entre les parties consécutives d'un même courant liquide : vibrations planes, avec ou sans rotation.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 avril 1882.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; T. XXII, 1re et 2e Parties. Paris, Impr. nationale, 1882; 2 vol. in-4°.

Du poirier et du cidre; par J. Decaisne, 1881; opuscule in-8°. (Extrait de la *Flore des serres et des jardins de l'Europe.*)

Système silurien du centre de la Bohême; par J. Barrande; Vol. VI. Quatre chapitres de texte et planches 1 à 254. Prague, et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1881; 4 vol. in-4° reliés.

Rapport sur une mission en Angleterre du 16 *juin au* 16 *août* 1879; *par* M. Bertin. Paris, lithogr. Dufrénoy, 1880; 1 vol. in-4°, avec atlas grand aigle. (Présenté par M. Dupuy de Lôme.)

Contribution à l'étude expérimentale du charbon bactéridien; par A. Rodet. Paris, G. Masson, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Précis de géographie médicale. Conférence faite par le Dr A. Rodet. Lyon, Mégret, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

ERRATA.

(Séance du 13 mars 1882.)

Page 704, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Leclère, *lisez* Leclerc.

(Séance du 27 mars 1882.)

Page 853, dernière ligne, *au lieu de* p. 643, *lisez* p. 722.

(Séance du 3 avril 1882.)

Page 956, ligne 22, *au lieu de* l'unité, *lisez* un.
Page 991, ligne 12 en remontant, *au lieu de* p_1, *lisez* p.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AVRIL 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'oxysulfure de carbone en urées ordinaire et sulfurée;* par M. **Berthelot.**

« J'ai dit (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXVI, p. 470) comment l'oxysulfure de carbone et le gaz ammoniac forment, par leur combinaison, de l'oxysulfocarbamate d'ammoniaque, transformable à son tour en urée par simple élimination d'hydrogène sulfuré



$$C^2O^2S^2AzH^3, AzH^3 - H^2S^2 = C^2H^4Az^2O^2.$$

Cette transformation est surtout nette en présence des oxydes métalliques.

» Au contraire, par simple évaporation à chaud de la solution aqueuse du sel, on obtient une matière cristalline, formée d'urée ordinaire, produit principal, mélangée avec une dose notable d'urée sulfurée



$$C^2O^2S^2AzH^3, AzH^3 - H^2O^2 = C^2H^4Az^2S^2$$

et avec un peu de sulfocyanate d'ammoniaque.

» Ce dernier corps dérive, comme on sait, de son isomère, l'urée sulfurée soumise à l'influence de la chaleur. C'est donc la présence de l'urée sulfurée qui explique la réaction des sulfocyanates, réaction peu intense, mais facile à constater après évaporation à sec, que j'avais signalée dès l'origine.

» L'urée sulfurée est formée ici en même temps que l'urée ordinaire, soit en raison de l'existence de deux oxysulfocarbamates isomères, produits simultanément dans la réaction de l'ammoniaque sur l'oxysulfure de carbone, tels que



$$C^2O^2AzH(H^2S^2),AzH^3 \quad \text{et} \quad C^2S^2AzH(H^2O^2),AzH^3;$$

soit en raison de deux réactions simultanées, résultant de la multiplicité des points d'attaque d'un seul et même oxysulfocarbamate, lequel perdrait tantôt de l'eau, tantôt de l'hydrogène sulfuré. C'est ainsi que le propylène, traité par l'acide chromique pur, s'attaque à la fois par son résidu forménique central, en fournissant de l'acétone, et par son résidu forménique extrême, en fournissant de l'acide propionique, tous deux en proportions considérables. »

CHIRURGIE. — *De la conservation de la main par l'ablation des os du carpe et la résection radio-carpienne;* par M. **Ollier**.

« Si tous les chirurgiens sont aujourd'hui d'accord pour préférer, en thèse générale, les résections aux amputations, dans les lésions articulaires du membre supérieur, il en est encore bien peu qui aient obtenu par l'ablation du carpe ou la résection radio-carpienne des résultats satisfaisants, et la plupart sont partisans de l'amputation de l'avant-bras, dans les ostéo-arthrites suppurées du poignet, quelle que soit leur origine, dès que la vie est menacée par les accidents inflammatoires.

» La rareté des résections du poignet tient aux dangers inhérents à ces tentatives conservatrices et aux mauvais résultats orthopédiques et fonctionnels obtenus par les méthodes opératoires anciennes.

» Grâce aux pansements antiseptiques qui ont si notablement diminué le danger de ces opérations et à la méthode sous-périostée qui permet d'obtenir de nouvelles articulations sur le type des articulations enlevées, les conditions de ces opérations sont aujourd'hui complètement changées.

» Il semble au premier abord que la multiplicité des os et des articulations du carpe et l'étendue relativement faible des surfaces recouvertes de

périoste soient peu favorables à l'application de la méthode sous-périostée Mais ici encore on peut, en procédant d'après les règles que j'ai depuis longtemps établies, conserver une gaine périostéo-capsulaire qui sera l'origine d'une néoformation ostéo-fibreuse. Dans le cas où la néoformation osseuse ferait défaut, cette gaine assurera l'union du métacarpe et des os de l'avant-bras, et empêchera ces changements de rapport, cette flaccidité de l'articulation et ces déplacements ultérieurs qui ont été jusqu'ici, avec l'ankylose tendineuse, les principaux obstacles au fonctionnement de la main et des doigts.

» Bien que les os courts entourés de cartilage et privés de gaine périostique sur une grande partie de leur surface soient dans de moins bonnes conditions que les os longs des membres, au point de vue de leur reconstitution ultérieure, le périoste ne pouvant reproduire que ce qu'il recouvre normalement, on peut obtenir, par l'ablation sous-périostée, comme nous l'avons démontré autrefois (*Traité expérimental et clinique de la régénération des os*), des masses osseuses ou ostéo-fibreuses, plus petites sans doute que les parties enlevées, mais très précieuses pour le maintien de la forme et le rétablissement des fonctions de l'organe.

» Cette néoformation se fait d'une manière irrégulière. Les os qui composent les deux rangées du carpe, par exemple, sont remplacés par une masse ostéo-fibreuse dans laquelle on ne reconnaîtrait pas à la dissection les formes des différents os enlevés. Ce sont des grains osseux disséminés dans une gangue fibreuse, assez épaisse et assez résistante pour servir de point d'appui à la main, et assez souple pour permettre à cet organe de se mouvoir sur l'avant-bras.

» Le degré de cette reconstitution est subordonné, comme dans toutes les résections et extirpations osseuses, à l'âge du sujet et aux conditions anatomiques de la gaine périostéo-capsulaire; de là des degrés dans la solidité et l'utilité des articulations nouvelles qu'un traitement post-opératoire bien ordonné devra perfectionner de plus en plus.

» Dans les ostéo-arthrites fongueuses, la gaine est transformée en partie en tissu de granulations, et les petits os du carpe sont plus ou moins isolés par les fongosités. Mais, à moins qu'ils ne soient complètement nécrosés, ils tiennent par une partie de leur revêtement fibreux, et c'est là qu'il faut les séparer méthodiquement sans violence des tissus encore résistants, au moyen de la rugine. Il ne faut pas, d'autre part, enlever systématiquement toutes les parties fongueuses : il faut les modifier par le fer rouge ou le

chlorure de zinc, de manière à changer leur vitalité et à susciter des processus plastiques, là où s'accomplissaient antérieurement des processus destructeurs. C'est en ménageant ainsi tout ce qui est sain ou susceptible de redevenir sain que l'on conserve les éléments de la reconstitution ultérieure de ces articulations compliquées dans leur structure.

» Bien que ces granulations présentent les caractères histologiques de la tuberculose et soient constituées par de nombreux follicules tuberculeux, on les ramène à l'état de granulations simples par des cautérisations successives qui n'ont pas pour but de les détruire, mais de les modifier; et, si le sujet n'est pas atteint de tuberculose des organes internes, on arrive à les transformer en tissu scléreux, stable et susceptible de s'organiser en une masse ostéo-fibreuse distincte, entre le métacarpe et les os de l'avant-bras. Le pansement à l'iodoforme est très utile en pareil cas.

» C'est en procédant ainsi que nous avons obtenu chez nos opérés des résultats qui nous paraissent de nature à étendre de plus en plus les applications de la chirurgie conservatrice aux ostéo-arthrites du poignet; à plus forte raison s'il s'agit de suppurations carpiennes d'origine traumatique. Dans ce dernier cas, l'ablation des os du carpe est suivie d'une reconstitution plus rapide de l'articulation, d'autant plus rapide, du reste, que les gaines tendineuses voisines n'ont pas subi ces altérations profondes qui rendent difficile le retour des mouvements des doigts.

» Nous avons pratiqué quinze fois l'ablation totale du carpe ou la résection radio-carpienne. Nos quatre premières opérations avaient eu des résultats très imparfaits, mais celles que nous avons faites dans ces dernières années ont eu des résultats beaucoup plus satisfaisants, et nous avons pu constater sur plusieurs sujets l'état de l'articulation nouvelle longtemps après l'opération.

» Non seulement ces opérés peuvent se servir de la main pour les petits usages de la vie, mais plusieurs sont capables de se livrer à un travail pénible.

» L'un, opéré depuis deux ans (celui dont je fais passer la photographie sous les yeux de l'Académie), soulève avec les doigts et porte à bras tendu, pendant quelques secondes, un poids de 10^{kg}. J'avais enlevé tous les os du carpe, sauf le pisiforme, la surface articulaire et l'apophyse styloïde du cubitus, l'extrémité inférieure des deuxième, quatrième et cinquième métacarpiens et la totalité du troisième, ainsi que le doigt qu'il supporte.

» Un autre opéré, à qui j'ai enlevé, il y a onze ans, les extrémités infé-

rieures du radius et du cubitus, réduites en nombreuses esquilles par un coup de feu, est aujourd'hui capable de porter à bras tendu 11^{kg}, et est devenu habile dans l'exercice du trapèze.

» On ne peut pas espérer de pareils résultats dans tous les cas, et l'ablation totale du carpe avec résection du radius et du cubitus d'une part et des métacarpiens de l'autre ne peut donner des articulations aussi solides. La solidité de la nouvelle articulation est toujours imparfaite et peut rester insuffisante quand on a enlevé les portions renflées des os de l'avant-bras; mais, grâce aux rapprochements des surfaces métacarpiennes et antibrachiales, la gaine périostique peut fournir une masse fibreuse ou ostéofibreuse suffisante pour assurer la solidité de la main et la rendre utile pour les divers usages de la vie et de petits travaux.

» Les pansements antiseptiques nous permettant aujourd'hui de faire rendre à un procédé opératoire tout ce qu'il est susceptible de donner, il faut faire appel du jugement défavorable porté par la plupart des chirurgiens sur la résection du poignet, que Moreau père, de Bar-le-Duc, avait pratiquée pour la première fois il y a près d'un siècle.

» Les faits que nous venons de citer démontrent qu'il faut faire une plus large part dans la pratique à cette opération conservatrice et réduire de plus en plus les cas d'amputation de l'avant-bras dans les ostéo-arthrites suppurées du carpe. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, Blanchard, H.-Milne Edwards, Alph.-Milne Edwards et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Paul Bert.

Prix Da Gama Machado : MM. H.-Milne Edwards, Vulpian, Blanchard, Marey et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Alph.-Milne Edwards et Paul Bert.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie) : MM. Gosselin, Vulpian, Marey,

Paul Bert, Bouley, Ch. Robin, baron Larrey, H.-Milne Edwards et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et de Lacaze-Duthiers.

Prix Godard: MM. Gosselin, Vulpian, Paul Bert, Ch. Robin et Marey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. le baron Larrey et de Quatrefages.

Prix Lallemand: MM. Vulpian, Gosselin, P. Bert, Marey et H.-Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et le baron Larrey.

RAPPORTS.

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur la description photographique des Alpes par* M. Civiale.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Daubrée, Périer, Faye rapporteur.)

« L'Académie a suivi avec le plus vif intérêt la vaste étude que M. Civiale a entreprise et poursuivie pendant dix ans sur les Alpes. La première Partie de ce travail a déjà donné lieu à un remarquable Rapport de M. Ch. Sainte-Claire Deville. Notre savant et regretté confrère avait fait ressortir l'importance de la partie déjà considérable qu'il avait sous les yeux, au double point de vue de l'orographie et de la géologie. Aujourd'hui que l'œuvre est terminée, l'Académie a jugé que le moment était venu de l'apprécier dans son ensemble, et votre Commission a reçu avec satisfaction le mandat de rendre justice à l'initiative, à l'énergie, au dévouement scientifique d'un élève de l'École Polytechnique et ancien officier du Génie, dont le nom réveille, au sein de l'Académie, le souvenir d'un de ses membres aimé et honoré de tous.

» M. Civiale s'est proposé d'exécuter à lui seul, sur un plan nouveau, une description complète des Alpes. Il fallait opérer à grande échelle pour donner les détails infinis de ce relief si tourmenté, détails qui tous ont leur valeur au point de vue de la Géologie, de la Physique du globe, ou même pour le touriste en quête des plus admirables scènes de la nature. Une seule méthode était praticable, la Photographie; encore fallait-il qu'elle

ne fût pas appliquée seulement en artiste pour fixer le souvenir de quelques impressions, mais en savant qui tient avant tout à faire œuvre utile et durable. Après une étude préalable, M. Civiale a reconnu qu'il était possible de décomposer le massif central et les chaînes qui en divergent vers l'Allemagne, l'Autriche, la France, en une quarantaine de districts, de sorte qu'en se plaçant à peu près au centre de chacun d'eux, à une altitude convenable, il obtiendrait un ensemble complet par ces quarante panoramas, dont quelques-uns devaient embrasser des horizons de 30 à 40 lieues de diamètre. Le plan de comparaison (on veut désigner par là la surface idéale sur laquelle l'auteur a distribué ses stations) est à peu près à 2500^{m} d'altitude. En certains endroits, il fallait s'élever à plus de 3000^{m}. Ce seul trait devait montrer d'avance toute la difficulté d'une telle entreprise; mais M. Civiale était décidé à les vaincre toutes. De chacune de ces stations, il opérait, comme le géodésien, avec un appareil spécial, dont tous les détails avaient été habilement combinés par lui de manière à en faire un véritable théodolite. Seulement, au lieu de déterminer quelques points d'une chaîne de triangles, comme le ferait un géodésien, il a reproduit et fixé à toujours autour de lui ces quarante et un splendides panoramas qui, d'après un premier aperçu, devaient suffire et qui effectivement embrassent toutes les Alpes.

» Lorsqu'il s'agit de décrire un pays de faible relief, on se contente de le projeter sur un plan horizontal. Quelques courbes de niveau équidistantes achèvent d'en donner une idée nette. Ces courbes tracent les rives qu'y formerait une mer dont les eaux monteraient de 20^{m} en 20^{m}, par exemple. Cela suffit, en effet, pour tous les problèmes que l'art peut se proposer sur un sol facile à parcourir en tous sens, où des forêts, des vallons et des collines déterminent les accidents les plus notables, où les irrigations, les canaux, les routes, les chemins de fer n'exigent que de faibles remaniements du sol, de simples tranchées ou des remblais plus faibles encore. Mais quand on se transporte dans ces régions exceptionnelles, sur lesquelles semble s'être concentrée pendant de longues séries de siècles l'action des forces internes qui soulèvent et disloquent les parties les moins résistantes de l'écorce terrestre, les courbes et les hachures de la topographie ordinaire cessent, pour ainsi dire, de parler à l'œil. Les cartes les mieux faites donnent si peu l'idée de régions pareilles, qu'après les avoir étudiées on n'est nullement préparé à ce qu'on verra lorsqu'on viendra à les parcourir.

» Il en est tout autrement des vues d'ensemble de M. Civiale. Sans rien

perdre de la valeur géométrique des précédentes, celles-là donnent une idée complète de ces grands bouleversements et offrent l'image la plus fidèle de cette nature grandiose. Elles n'excluent pas sans doute la planimétrie; elles la supposent au contraire, mais en lui donnant un indispensable complément.

» L'instrument devant être porté à des stations parfois inaccessibles aux voitures et même aux bêtes de somme, il a fallu le composer de pièces séparément transportables et faciles à assembler sur place. Ce problème assez compliqué avait été fort heureusement résolu, et l'ensemble une fois monté devait avoir toute la stabilité désirable. Cependant la force du vent est telle à ces altitudes de 2000^{m} à 3000^{m}, que M. Civiale s'est vu plus d'une fois obligé de charger son appareil de lourds quartiers de roche pour le maintenir et le consolider. Mais une fois l'instrument réglé, comme un théodolite, à l'aide de ses niveaux, une fois la ligne de visée rendue bien horizontale en tous sens, le reste, c'est-à-dire les opérations photographiques, ne présentait plus de difficultés, parce que toutes les manœuvres avaient été réglées d'avance et se trouvaient dirigées par des appendices ingénieux qui supprimaient toute chance d'erreur. Nous avons vu fonctionner l'instrument avec la plus entière satisfaction.

» M. Civiale s'était assuré qu'il suffisait, en chaque station, d'opérer suivant quatorze lignes de visée. L'appareil était donc successivement dirigé dans quatorze azimuts équidistants, et chaque fois l'image photographique, embrassant une douzaine de degrés, de part et d'autre de l'axe optique, venait se former sur la feuille sensibilisée, au foyer de l'objectif, dans un plan parfaitement vertical.

» Comme le géodésien dans son tour d'horizon, l'habile et savant observateur trouvait, dans ses quatorze feuilles obtenues à chaque station, un moyen de contrôle décisif. Il fallait en effet que les feuilles se soudassent les unes aux autres et se refermassent exactement. Le moindre défaut de pose sauterait aux yeux. On comprend dès lors qu'un seul panorama de ce genre, de 10, 20 ou même 40 lieues d'amplitude, donne aussitôt le relief de tout ce qui a fait empreinte sur les plaques sensibles, de tout ce qui a envoyé au foyer son rayon de lumière. Il n'y a plus qu'à tracer au travers de ces feuilles, réunies bout à bout avec le plus grand soin, une longue droite passant au milieu pour avoir l'horizon du spectateur, puis à relever au compas, par rapport à cette droite, les cotes des points dont on veut avoir l'altitude ou la dépression au-dessous de cet horizon. Cet horizon était lui-même bien déterminé d'avance par un nivellement barométrique ou

par d'autres opérations non moins exactes. Dès lors, pour traduire ces cotes en mètres, il suffisait de rechercher, sur un vaste plan comme ceux des États-majors français, suisses, italiens, bavarois ou autrichiens, la station et les cimes visées, et d'y mesurer la distance kilométrique.

» Ce procédé d'observation, adopté et appliqué sur une si grande échelle par M. Civiale, est tellement efficace, qu'en multipliant un peu ses stations il aurait pu faire à lui seul une carte très satisfaisante de ce difficile pays. Ses stations se reliant alors les unes aux autres, tous les points visés en double se trouveraient en effet déterminés par de simples recoupements. C'est même ainsi qu'il a construit certaines parties des deux grandes cartes au six-cent-millième dont il a emprunté le canevas général à celles des États-majors de la Suisse et des pays voisins. C'est par un procédé semblable que les savants officiers du Dépôt de la Guerre opèrent aujourd'hui en Tunisie pour leurs levés rapides dont ils tirent à la fois, avec une exactitude et une facilité toutes nouvelles, la planimétrie et l'orographie des massifs montagneux qu'ils étudient. La photographie ainsi pratiquée, surtout avec les procédés si rapides qu'elle possède aujourd'hui, réalise évidemment un progrès considérable dans l'art d'explorer des pays inconnus. Partout où le voyageur sera en état d'emporter avec lui le matériel que nous venons de décrire, il rapportera, au lieu d'un simple itinéraire, l'image même des pays qu'il aura parcourus, et ses panoramas, rattachés les uns aux autres, en donneront à la fois la planimétrie, le relief et l'aspect pittoresque. Votre Commission pense qu'on doit faire remonter à M. Civiale le mérite d'avoir montré, sur la plus grande échelle, le parti que l'art et la science peuvent désormais tirer de ces étonnants progrès.

» Mais ces quarante et une vues d'ensemble, embrassant toutes les Alpes depuis le Dauphiné et la Savoie jusqu'aux frontières de la Carinthie, ne forment réellement que la moitié de l'œuvre de M. Civiale. Il fallait aussi songer aux détails, car ici les détails ont presque tous une importance majeure. Ce sont les vallées profondes qui ne viennent pas bien dans les panoramas, les coupes géologiques naturelles qui permettent de suivre les inflexions des couches, les limites des neiges, les éboulements gigantesques, les roches moutonnées, polies, striées par les glaciers d'autrefois, les glaciers d'aujourd'hui avec leurs crevasses et leurs moraines, les cols, les escarpements des routes, en un mot tous ces détails qui intéressent si vivement le géologue, l'ingénieur et le touriste. Aussi l'auteur a-t-il circulé dans chacun de ces quarante districts, à la recherche de ces détails souvent grandioses, et il leur a consacré 600 planches séparées, en portant son

appareil en autant de stations secondaires. Ces vues sont parfaitement réussies; il suffit, pour en juger, d'examiner avec quelque attention celles des roches argilo-calcaires de Prégentil et de la montagne d'Huez, la mer de glace vue de Montanvers, le mont Blanc pris du Carmel, le Weisshorn, près de la Bella-Tola, le glacier de Gétroz, la Crivola, l'étonnante cime du Grand Cervin, le massif du mont Rose, le vaste glacier de l'Aletschhorn, les roches polies de la source de l'Aar, le glacier du Bernina, l'Œrtler tyrolien, etc., etc. L'artiste n'est pas moins satisfait du pittoresque et du fini que l'homme de science ne l'est d'avoir sous les yeux les plus beaux phénomènes alpestres pris sur le fait et juste à l'instant favorable.

» Ne pouvant pousser plus loin cette énumération, nous nous bornerons à donner, à la fin de ce Rapport, la liste des quarante et un centres panoramiques avec leurs altitudes et l'indication de quelques-unes des chaînes qui y sont reproduites.

» Aux Alpes, considérées par le géologue comme l'un des produits les plus instructifs des forces qui ont façonné l'écorce terrestre, par les physiciens comme un pôle de froid secondaire sur l'hémisphère boréal, par les géographes comme le point de partage principal des eaux qui sillonnent l'Europe, aux Alpes, dis-je, se rattachent de nombreux problèmes. Quelques-uns d'entre eux ont été brillamment résolus à notre époque; mais combien d'autres restent en suspens! A ce point de vue, on ne saurait trop applaudir à l'entreprise de M. Civiale, qui a voulu placer, d'une manière permanente, tout cet ensemble sous les yeux du monde savant. Mais les Alpes ont encore un autre rôle. Cet énorme massif, qui semblait avoir été posé là comme une barrière protectrice entre les nations, était devenu, dans ces derniers temps, un obstacle formidable au courant du commerce et des grandes entreprises de la paix. On n'y cherche plus de passages pour les armées, mais pour la marchandise et la malle des Indes, et ce qu'on n'aurait jamais fait pour les canaux, on le fait aujourd'hui pour les wagons. Les convois arrivent de tous côtés vers le sud, et ne sont plus arrêtés par les montagnes; ils franchissent le col de Brenner entre la Bavière et la Vénétie; on a percé pour eux le mont Cenis qui donne accès à la France vers le Piémont, et le Gothard qui va laisser passer les wagons allemands dans la Lombardie. Bientôt peut-être le Simplon lui-même ne sera plus un obstacle.

» Ce sympathique et beau pays, jusqu'ici neutralisé par la politique et isolé par la nature, s'ouvre désormais à la vie active plus largement peut-être qu'aucun autre. De là un immense besoin de le connaître à fond et

sous toutes ses faces. On dirait que M. Civiale a pressenti ce besoin et a voulu y donner une entière satisfaction, car, outre ses panoramas et ses vues de détail, partout où il a passé, il a recueilli et consigné dans son journal de voyage tout ce qui peut intéresser, éclairer l'ingénieur ou le simple voyageur. Il a signalé la constitution géologique de tous les massifs importants, recherché, collectionné les roches caractéristiques, étudié tous les passages, depuis les cols qu'on gravit à dos de mulet jusqu'à ceux que les voitures peuvent franchir; il a même contrôlé les noms de lieux et rectifié leur orthographe, recueilli avec la sobriété nécessaire les détails historiques, et formé enfin un catalogue d'altitudes dont le plus grand nombre est dû à ses propres déterminations.

» Un travail aussi complet répond si bien aux besoins actuels ou prochains, que la plus large vulgarisation lui serait certainement acquise dès aujourd'hui, si les frais ne devaient s'élever bien au-dessus des ressources ordinaires de la publicité. On le comprendra en calculant que, pour l'exposer convenablement au public, il faudrait disposer d'un espace aussi considérable que celui qu'on avait accordé à la grande Carte de France dans les dernières Expositions universelles.

» Ne sachant sous quelle forme cette œuvre pourra être publiée, votre Commission émet du moins le vœu que des mesures soient prises pour en assurer la conservation indéfinie. Il viendra une époque où la science sera heureuse de posséder, pour les Alpes, cet état des lieux irrécusable, daté du milieu du XIX[e] siècle. En effet, l'édifice des Alpes se dégrade tous les jours par l'action incessante de l'air, des eaux et de la pesanteur. Pour mesurer, à une époque ultérieure, les progrès de cette démolition séculaire, il suffira de retrouver les stations de M. Civiale, ce qui sera toujours géométriquement possible, d'y prendre des clichés panoramiques et de les superposer aux siens. On mettra ainsi en évidence et on mesurera avec exactitude les changements qui seront survenus sur tout le pourtour de chaque horizon, à la suite d'actions quelconques, soit externes, soit internes.

» Messieurs, ce grand travail est l'œuvre d'un seul homme, compétent sur tous les sujets qu'il a abordés, mû par le seul amour du vrai et du beau, agissant de sa propre initiative et avec ses seules ressources; il fait grand honneur à notre pays. Votre Commission vous aurait donc proposé de lui accorder la plus haute marque d'approbation dont vous disposiez, à savoir l'insertion du journal de ces dix années d'exploration dans le *Recueil des Savants étrangers*, si M. Civiale n'en avait déjà publié lui-même une grande partie sous une forme d'ailleurs beaucoup plus accessible au public.

Nous voudrions du moins que l'Académie recommandât cette œuvre capitale à l'attention bienveillante des Ministres de la Guerre, des Travaux publics et de l'Instruction publique, protecteurs naturels de toutes les grandes entreprises géographiques. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

LISTE DES STATIONS CENTRALES DES PANORAMAS.

N° 1. Altitude 2705^{m}, *sommet du Pelvaz*.

Montagnes du Queyras, Hautes et Basses-Alpes, Mont Viso.

N° 2. *Sommet du Chaberton*, 3134^{m}.

Massif du Pelvoux, environs de Briançon (Savoie).

N° 3. *Sommet de l'Homme*, 2180^{m}.

Montagnes du Dauphiné et une partie du massif du Pelvoux.

N° 4. *Val d'Ornon*, 820^{m}.

Couches argilo-calcaires de la montagne d'Huez, plaine de Grenoble.

N° 5. *Pointe Pelouze*, 2920^{m}.

Chaînes méridionales de la Savoie (mont Cenis).

N° 6. *Les Jumelles*, près de Moutiers, 2500^{m}.

Chaînes centrales de la Savoie, Isère, glacier de Vanoise.

N° 7. *Le Mont Joli*, près de Sallanches, 2920^{m}.

Chaînes de la Haute-Savoie, et principalement celle du Mont Blanc.

N° 8. *Le Montanvers*, 1950^{m}.

Grande partie de la Mer de glace.

N° 9. *Chalets de Planpraz*, 2060^{m}.

Versant nord-ouest de la chaîne du Mont Blanc.

N° 10. *La Flégère*, 1908^{m}.

Panorama analogue; la Mer de glace dans toute son étendue.

N° 11. *Le Carmel*, près de Courmayeur, 2962^{m}.

Versant sud-est de la chaîne du Mont Blanc, vallée d'Aoste.

N° 12. Près de la *Pierre à Voir*, 2476^{m}.

Chaînes de la Haute-Savoie, massifs du Combin, vallée du Rhône.

N° 13. Près de la *Bella Tola*, 3030^{m}.

Oberland bernois, massif du Simplon, chaîne du Mont Rose.

N° 14. Près de la *Pierre à Vire,* 2560^{m}.

Monts de la vallée de Bagne, vallée du Rhône.

N° 15. Près du *Pic Carrel,* au sud d'Aoste, 3150^{m}.

Montagnes et glaciers de la vallée de Cogne, chaînes qui réunissent le Mont Blanc au Mont Rose.

N° 16. *La Gugel,* 2707^{m}.

Le Grand Cervin, vallée de Zermatt, glacier de Findelen.

N° 17. *La Gugel,* 2707^{m}.

Le Rothhorn, pointe du Rimpfischhorn, passage du Weissthor.

N° 18. *Le Gornergrat,* 3136^{m}.

Montagne de Zermatt, les Mischabelhorner, le Mont Rose.

N° 19. Près du *Montemboro,* 2870^{m}.

Versant oriental du Mont Rose, partie des montagnes du Simplon.

N° 20. *Le Staldhorn,* 2500^{m}.

Abords du col du Simplon.

N° 21. *Même station.*

Oberland bernois, le Breithorn, le Gross Nesthorn.

N° 22. *La Betten Alp,* 2207^{m}.

Frontière d'Italie, col d'Arbola, l'Ofenhorn, le Mittelberg.

N° 23. *Même station.*

Le Tünnetschhorn, la coupure du Simplon, la masse du Fletschhorn.

N° 24. *L'Eggischhorn,* 2941^{m}.

Le grand glacier d'Aletsch, le versant sud-est de l'Oberland.

N° 25. *Le Faulhorn,* 2683^{m}.

Versant nord de l'Oberland bernois et le Titlis.

N° 26. *La Wengernalp,* 2120^{m}.

La Jungfrau.

N° 27. *Vallée de Grindelwald,* 1250^{m}.

La Vallée et les glaciers supérieur et inférieur.

N° 28. *Le Petit Sidelhorn,* 2766^{m}.

L'Oberland bernois et les glaciers de l'Aar.

N° 29. *Le Prosa,* près du col du Saint-Gothard, 2715^{m}.

Montagnes du Saint-Gothard et celles de l'Unteralp.

N° 30. *Le Petit Pic Muraun,* 2630^{m}

Le Laxer Stöckli, la vallée du Rhin, Pic Cavel, le Piz Aul.

N° 31. *Mompemedels,* au sud de Dissentis, 1325^{m}.

Montagnes de la grande vallée du Rhin, le massif de Tödi, de Medels.

N° 32. *Le Kirchalphorn,* 2525^{m}.

Les glaciers du Rhin, dominés par le Rheinwaldhorn.

N° 33. *Le Pic Languard,* 3266^{m}.

Versant oriental du Bernina, monts de la haute Engadine.

N° 34. *Glacier du Porvatsh,* 3110^{m}.

Versant oriental du Bernina, Pic Roseg, glacier de Tschierva.

N° 35. *La Pointe Confinale,* 2852^{m}.

Montagnes qui entourent la vallée du Poschiavo.

N° 36. *Le Pic Minschuns,* Tyrol, 2936^{m}.

Haute et basse Engadine, les glaciers de l'Oetzthal.

N° 37. Au-dessus du *Col du Stelvio,* 2877^{m} :

Chaîne de l'Oertler, les Laaser Ferner, l'Ende der Welt.

N° 38. *Pic Mezdi,* 2924^{m}.

Pic Linard, le Vorarlberg et la basse Engadine.

N° 39. *La Saile Spitze,* 2384^{m}.

Montagnes du col du Brenner, glaciers de l'Oertler.

N° 40. *Le Schlern,* 2504^{m}.

Ensemble du Tyrol, montagnes de dolomie de la vallée de Fassa, de Grödner.

N° 41. Près du *Geisstein,* 2400^{m}.

Chaînes du Gross Venediger et du Gross Glockner.

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE. — *Sur les quarantaines à Suez.* Mémoire de M. A. **Fauvel.**

(Commissaires : MM. Wurtz, Pasteur, Bouley, Larrey, de Lesseps).

« A propos de la Communication faite à l'Académie par votre illustre confrère M. Ferdinand de Lesseps, et intitulée, dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, *Note sur les quarantaines imposées à Suez aux provenances maritimes de l'extrême Orient,* je viens soumettre à l'Académie, en termes aussi brefs que possible et avec toute la déférence due au créateur du canal de Suez, un simple récit des faits, qui démontrera, je l'espère, quel est le

vrai caractère et quels ont été les effets des mesures dont il se plaint sans les bien connaître. Je le ferai, sans manquer à l'admiration que je professe pour M. de Lesseps, qui remonte à l'époque où, à Constantinople, nous discutions ensemble les chances de réussite de son magnifique projet.

» Je me suis cru autorisé à intervenir parce que le sujet était de ma compétence et parce qu'il était évident, à mes yeux, que M. de Lesseps, préoccupé d'autres soins, avait probablement négligé d'étudier la question telle qu'elle se présente aujourd'hui.

» Par ma position, j'avais aussi le devoir de ne pas laisser sans réponse un jugement mal éclairé, mais porté par un personnage considérable, sur une question de prophylaxie à laquelle se rattache un grand intérêt public.

» Enfin j'avais à rappeler que l'Ouvrage dans lequel sont exposées les doctrines en honneur aujourd'hui sur l'étiologie et la prophylaxie du choléra, avec le *consensus* de l'Europe entière, a été couronné par l'Académie des Sciences, en 1870, sur le Rapport d'Andral, juge compétent s'il en fut. Les termes de ce Rapport sont tels qu'il ne m'appartient pas de les citer. Ils sont consignés dans le Programme de la séance annuelle du 11 juillet 1870.

» Je ne pouvais, sans réclamation, laisser protester le jugement porté par l'Académie des Sciences, et cela au moment même où les mesures préconisées alors venaient de recevoir une sanction éclatante de leur efficacité.

» J'ai la confiance que l'Académie trouvera dans mon exposé la confirmation de son jugement; j'espère même que l'illustre créateur du canal de Suez en viendra à reconnaître, comme il convient à un homme de son mérite, que les institutions qu'il combat aujourd'hui ne ressemblent pas à celles qu'il combattait autrefois, et que, tout en préservant la santé publique, elles ne menacent en rien les intérêts de son œuvre, ni ceux du commerce dans la Méditerranée, ni ceux des paquebots venant de l'extrême Orient, et qu'en définitive elles ne sont préjudiciables qu'au trafic coupable qui exploite, sans vergogne, le transport des pèlerins de la Mecque dans des conditions propres à leur imposer des souffrances et à compromettre la santé publique en Égypte et en Europe, en un mot à ces spéculateurs que j'appelle les *traitants du pèlerinage*.

» Cela dit, j'entre en matière.

» En 1865, quand le choléra, importé par les pèlerins de la Mecque, se propagea avec une rapidité presque foudroyante en Égypte d'abord,

puis dans tout le bassin de la Méditerranée, et, de là, dans l'Europe entière, l'opinion de la majorité des médecins était déjà fixée sur la propriété contagieuse du choléra, mais les lois qui président à la transmission de la maladie n'avaient pas encore été formulées d'une manière précise. L'impression profonde que fit en Europe cette invasion subite et inattendue détermina, à la demande du gouvernement français, la réunion à Constantinople d'une conférence sanitaire internationale à laquelle prirent part tous les États européens, plus l'Égypte et la Perse.

» Cette conférence avait pour mission de rechercher l'origine et les causes primordiales du choléra, de déterminer les lois de sa propagation, et de proposer les moyens soit de tarir le fléau dans sa source, soit de l'arrêter dans sa marche envahissante vers l'Europe. Cette tâche, qui embrassait toute l'étiologie et la prophylaxie du choléra, exigea huit mois de travaux assidus.

» Le livre récompensé par l'Académie des Sciences est le résultat des travaux de cette conférence accomplis dans le cours de 1866.

» Procédant avec une rigueur toute scientifique, la conférence, dans les questions relatives à l'étiologie du choléra, n'est jamais allée au delà de ce que les faits permettaient de conclure; aussi a-t-elle laissé indécis, en ayant soin de les signaler, un certain nombre de problèmes étiologiques, particulièrement ceux qui se rapportent aux immunités contre les atteintes de cette maladie.

» Mais on peut affirmer que toutes les questions qu'elle a considérées comme résolues sont restées telles et acquises définitivement à la Science.

» Ce qui fait l'originalité de l'œuvre de la conférence au point de vue de l'étiologie, c'est qu'elle ne s'est pas contentée d'affirmer à l'*unanimité* que le choléra était contagieux ou transmissible, mais qu'elle s'est appliquée à rechercher et à montrer autant que possible toutes les conditions propres à favoriser la transmission de la maladie.

» C'est qu'en effet la transmission d'une maladie contagieuse n'est point un fait absolu, et que les conditions de transmission ne sont pas les mêmes pour toutes les maladies de cet ordre. C'est là une vérité banale aujourd'hui, mais qui était autrefois méconnue.

» Je suis obligé de renvoyer à l'ouvrage où toutes ces considérations étiologiques sont longuement développées.

» J'appelle particulièrement l'attention sur le chapitre relatif à l'*immunité* contre le choléra qui montre que, sans être en opposition avec la propriété contagieuse de la maladie, il y a des localités comme des personnes réfrac-

taires à la transmission. La conférence a indiqué tout un programme d'études à faire à ce sujet.

» Pour être bref, je me contente de résumer en quelques mots la doctrine étiologique de la conférence.

» Le choléra, pour l'Europe, *est une maladie exotique, contagieuse, d'origine indienne. Jamais on ne l'a vu naître spontanément en Europe, où il a toujours été importé.*

» Mais c'est principalement dans la partie prophylactique de son œuvre que la conférence inaugura un système très différent de l'ancien.

» Les études étiologiques avaient montré l'impuissance des quarantaines contre la marche envahissante du choléra une fois introduit en Europe. Les quarantaines maritimes y avaient perdu presque toute leur efficacité. Il ne pouvait être question de cordons sanitaires; c'est alors que la conférence, se fondant sur cette loi, jusqu'alors incontestée et établie par elle, que les épidémies de choléra n'ont en Europe qu'une durée plus ou moins longue, qu'elles finissent par s'y éteindre radicalement, sans qu'il y ait crainte de réapparition, à moins d'une importation nouvelle, reconnut que le principal problème prophylactique se réduisait, dès lors, à s'opposer avant tout à de nouvelles invasions du choléra en Europe; mais la conférence comprit en même temps qu'il fallait remonter à la source du mal dans l'Inde, indiquer, en attendant mieux, les mesures propres à y restreindre le développement de la maladie par une bonne police sanitaire des pèlerinages indiens, sources principales des épidémies dans cette contrée, celles propres à améliorer les conditions sanitaires des points de l'Inde où le choléra est endémique, qu'il fallait régler les conditions de l'embarquement sur les navires affectés au transport des pèlerins pour la Mecque ou des autres agglomérations tout aussi dangereuses; enfin, dans la mer Rouge, qu'il importait d'organiser tout un système de surveillance et de défense pour le cas où le choléra y serait importé par des navires contaminés, système ayant pour principal objectif la défense de l'Égypte considérée comme barrière contre l'importation du choléra en Europe, car il était évident qu'une fois l'Égypte envahie les relations maritimes de ce pays avec tous les États méditerranéens sont telles que, sur un point ou sur un autre, malgré les quarantaines, l'invasion de la maladie aurait lieu comme en 1865. Ajoutons qu'au point de vue du pèlerinage de la Mecque toute une série de mesures d'hygiène, étudiées avec soin, étaient recommandées pendant les cérémonies du Courban Baïram.

» Voilà, en peu de mots, toute l'économie du système de défense préconisé par la conférence contre l'invasion du choléra en Europe par la voie maritime. Il fallait encore pourvoir aux moyens d'action.

» Prenant pour base les faits acquis par l'expérience, à savoir que toutes les provenances des Indes n'étaient pas également susceptibles d'importer le choléra en Égypte, elle établit la nécessité d'une très grande différence entre les paquebots postaux ou autres qui viennent à Suez, après une longue traversée, et n'y avaient jamais importé le choléra, paquebots qui arrivent dans des conditions excellentes d'hygiène, avec un médecin responsable à bord, et les navires à pèlerins qui naviguent au contraire dans de mauvaises conditions de salubrité, et elle admit que ces deux catégories de navires devaient être soumises à des précautions différentes. De plus, dans la prévision d'une invasion du choléra parmi les pèlerins de la Mecque, la conférence posa comme règle que ceux de ces pèlerins qui, dans cette circonstance, devaient, à leur retour, se rendre en Égypte par mer, ne devaient pas être admis à s'y transporter directement, mais être obligés à subir au préalable une quarantaine épuratoire sur un point de la côte arabique (El-Ouedj) suffisamment éloigné de Suez (350 milles marins) pour écarter tout péril de compromissions, attendu qu'une quarantaine aux sources de Moïse, à petite distance de Suez, ne donnait aucune garantie sérieuse.

» Restait à trouver les moyens de préserver l'Europe contre le retour du choléra par la voie de terre, c'est-à-dire par le littoral de la mer Caspienne et la région située au nord de cette mer.

» Une étude attentive de la marche des diverses épidémies de ce côté à travers la Perse et l'Afghanistan a permis de déterminer avec exactitude les routes suivies. Un médecin très distingué, aujourd'hui membre de l'Académie de Médecine, M. Proust, a même été envoyé en mission pour étudier la question sur place, et il a confirmé l'exactitude des tracés de la conférence. Son Rapport a été publié dans le *Recueil des travaux du Comité d'hygiène publique*. Ajoutons que le choléra n'est jamais parvenu en Europe en franchissant la frontière turco-persane. Je n'ai pas le temps ici d'en donner les raisons.

» Telle est, réduite à un simple sommaire, l'œuvre de la conférence.

» Quels en ont été les résultats? D'abord, du côté de la route du nord dont la défense était confiée à la Russie, celle-ci ayant eu le choléra en permanence jusqu'en 1873, il a été difficile de juger l'efficacité des mesures qui

ont dû être prises; mais, à en juger par l'invasion de la peste, en 1878, dans la province d'Astrakhan, il est permis de croire qu'elles n'ont pas été bien sévères ou bien exécutées.

» Quoi qu'il en soit, la Russie étant depuis 1873 entièrement délivrée du choléra, la question de l'efficacité reste pendante.

» Mais du côté de la mer Rouge nous pouvons nous prononcer.

» Les mesures recommandées par la conférence ont, comme on devait s'y attendre, rencontré bien des difficultés dans l'application. L'Angleterre, dans l'Inde, prit en considération le programme qui lui était tracé; des améliorations furent introduites dans l'hygiène des pèlerinages, l'embarquement des pèlerins pour la mer Rouge fut mieux surveillé, une réglementation plus sévère fut appliquée à leur embarquement et aux conditions hygiéniques des navires affectés à leur transport, avec des amendes très fortes pour les capitaines délinquants.

» Il y eut donc du côté de l'Inde anglaise des efforts sérieux pour améliorer la situation. Malheureusement tous les pèlerins ne viennent pas des Indes anglaises proprement dites, et les navires qui les transportent échappent à la loi; d'un autre côté, cette loi n'est applicable que dans les ports anglais et, une fois arrivés dans la mer Rouge, les navires à pèlerins n'y sont plus soumis.

» Il en est de même naturellement des autres, si bien que, quand les pèlerins, après les cérémonies du pèlerinage, viennent à Djeddah ou à Jambo s'embarquer pour l'Égypte, ils deviennent la proie de trafiquants, qui les entassent sur des navires dans des conditions horribles d'encombrement, dont les résultats funestes ne tardent pas à se développer. Les personnes curieuses de connaître comment, depuis plus de dix ans, s'est accompli ce retour maritime des pèlerins en Égypte, en trouveront la description navrante dans les Rapports sur le pèlerinage de la Mecque publiés chaque année dans le *Recueil des actes du Comité consultatif d'hygiène*.

» Le Conseil international de Constantinople, ému de cet état de choses, a, dans ces derniers temps, élaboré un règlement analogue au règlement anglais et applicable surtout aux navires à pèlerins.

» Ce règlement a été sanctionné par le Sultan, mais l'application a dû en être différée par suite de difficultés intervenues entre la Porte et le Gouvernement égyptien. Son application sera un grand bienfait.

» Après l'Angleterre, ce fut la Turquie, par l'organe du Conseil sanitaire international qui siége à Constantinople, qui prit à tâche d'exécuter dans la mer Rouge les recommandations de la conférence : des postes sanitaires

remplis par des médecins y furent créés; le pèlerinage de la Mecque fut réglementé au point de vue hygiénique; tout un personnel médical y fut installé, et chaque année une Commission spéciale y fut envoyée de Constantinople.

» Le gouvernement français créa deux postes de médecins sanitaires dans la mer Rouge, l'un à Suez et l'autre à Djeddah.

» Quant au gouvernement égyptien, il fut plus long à se décider. Il se contenta de formuler des règlements, et ce n'est guère qu'en 1869, au moment de l'ouverture du canal de Suez, qu'il se mit en devoir d'exécuter la part d'action qui lui avait été attribuée pour la mise en quarantaine à El-Ouedj des pèlerins revenant de la Mecque. Par bonheur pour l'Égypte et l'Europe, le pèlerinage fut exempt de choléra jusqu'en 1872.

» Dans cette année 1872, pour la première fois, le système défensif de la conférence fut appelé à faire ses preuves :

» Le choléra fit invasion à la Mecque pendant le pèlerinage. Il y avait été importé de la région du Nedj par la route que suivent les pèlerins venant de la Mésopotamie, où la maladie régnait.

» L'épidémie, d'abord assez bénigne, prit une grande extension au moment des cérémonies religieuses et continua ses ravages lors du retour des pèlerins. Ceux à destination de l'Égypte furent transportés à El-Ouedj, où, comme cette année, ils achevèrent de se purifier. Quant aux caravanes, après avoir beaucoup souffert, elles furent, comme d'ordinaire, débarrassées de la maladie après un certain nombre de jours de marche dans le désert. L'Égypte fut entièrement préservée.

» Mais le choléra qui avait régné épidémiquement en Autriche en 1873 détermina le gouvernement austro-hongrois à provoquer la réunion, à Vienne, d'une nouvelle conférence sanitaire internationale, à l'effet de reviser l'œuvre de Constantinople.

» Elle se réunit en 1874. Les principaux épidémiologistes de l'Europe en faisaient partie. Hirsch et Pettenkofer y représentaient l'Allemagne; c'est dire que l'œuvre de Constantinople, considérée comme française, y fut examinée sans bienveillance.

» L'épreuve fut triomphante. Toute la partie étiologique de l'œuvre fut purement et simplement confirmée, sans contestation pour ainsi dire.

» Dans la partie étiologique, le système de défense pour prévenir l'invasion du choléra en Europe, soit du côté de la Caspienne, soit du côté de la mer Rouge, reçut de même une approbation complète. La discussion ne s'engagea sérieusement que sur la question des cordons sanitaires dans cer-

taines conditions déterminées et sur le maintien des quarantaines maritimes alors que le choléra a envahi le continent européen.

» Le maintien des cordons sanitaires même dans les pays où la disposition des lieux s'y prête ne fut pas admis. Et cependant, plus tard, à l'occasion de la peste d'Astrakhan, les mêmes médecins qui avaient repoussé les cordons sanitaires d'une façon absolue s'empressèrent alors de les rétablir, et cela avec succès.

» Sur la seconde question, les représentants du nord de l'Europe soutenaient que, quand le choléra régnait en Russie, la quarantaine maritime appliquée aux provenances russes dans la mer Baltique et la mer du Nord était inutile, vu la proximité, et qu'il suffisait alors d'une simple revision ou constatation de l'état sanitaire du navire.

» Nous soutenions que la proposition était trop absolue, et qu'il y avait des cas où, le siège de l'épidémie étant très éloigné, une quarantaine maritime pouvait avec avantage être maintenue pour empêcher l'importation à grande distance.

» La conférence se divisa en deux camps, mais un accord intervint pour autoriser chacun à agir selon ses intérêts.

» En fait, nous avions raison : Marseille, en 1873, dut à une quarantaine maritime d'échapper au choléra, qui régnait en Italie. La maladie, importée dans le lazaret, où elle fit de nombreuses victimes, ne se propagea pas à la ville, ni au littoral français.

» Bref, le système de prophylaxie inauguré à Constantinople contre le choléra fut approuvé par la conférence de Vienne.

» Ce système allait, en 1877, être soumis à une seconde épreuve pratique dans la mer Rouge, et cette fois dans des conditions plus défavorables qu'en 1872. Au moment des cérémonies religieuses du Courban Baïram, au mois de décembre 1877, le choléra, dont l'existence parmi les pèlerins avait été dissimulée par les autorités de la Mecque, éclata tout à coup avec une grande violence parmi la foule réunie à la vallée de Mina.

» La nouvelle en fut transmise en Égypte à l'instant où les pèlerins commençaient à s'embarquer pour le retour.

» L'administration égyptienne, prise au dépourvu, n'eut que le temps d'improviser une quarantaine à El-Tor, station beaucoup plus rapprochée de Suez qu'El-Ouedj, et d'y faire conduire les navires déjà partis de Djeddah.

» Tous les pèlerins y subirent une quarantaine pendant laquelle le choléra s'éteignit entièrement parmi eux; mais ce ne fut pas sans de grandes in-

quiétudes, sans des évasions dangereuses par la trop grande proximité de Suez. Néanmoins l'Égypte fut encore préservée cette fois. Quant aux caravanes parties de la Mecque, elles souffrirent beaucoup au commencement de leur marche à travers le désert, et, comme l'expérience nous l'avait appris, le choléra les y abandonna bientôt entièrement.

» Les mesures prises à cette occasion ne manquèrent pas de soulever, de la part des trafiquants lésés dans leurs intérêts, les protestations les plus odieuses et les plus mensongères.

» Enfin quatre années s'écoulèrent sans la moindre manifestation de choléra parmi les pèlerins de la Mecque, et pendant lesquelles il va sans dire que les mesures rigoureuses à leur égard furent suspendues. La seule précaution prise contre eux fut une observation de vingt-quatre heures, pour constater quel était leur état sanitaire.

» Enfin nous arrivons à la grande manifestation épidémique de l'année dernière. Elle survenait à un moment où le service sanitaire égyptien était en voie de réorganisation et où le Conseil international d'Alexandrie, investi de pouvoirs nouveaux, travaillait à cette réorganisation.

» Au commencement de septembre 1881, la nouvelle parvint, à Alexandrie, que le choléra régnait à Aden depuis les premiers jours du mois d'août et que le fait avait été dissimulé par les autorités du port d'Aden, qui continuaient à délivrer des patentes nettes. Le Conseil sanitaire international prescrivit immédiatement la mise en quarantaine des provenances d'Aden.

» Au reçu de cette nouvelle, dès le 16 septembre, le danger nous parut très menaçant pour l'Égypte, par suite de la coïncidence du prochain pèlerinage de la Mecque, qui pouvait être contaminé. Aussi, sans attendre, pour agir, d'autres informations plus précises, sur ma demande, appuyée par le Comité consultatif d'hygiène, des ordres furent-ils expédiés d'urgence par le Gouvernement à nos agents consulaires en Égypte, à l'effet d'appuyer non seulement toutes les précautions prises par le Conseil sanitaire d'Alexandrie, mais d'agir en vue de l'éventualité d'une épidémie de choléra à la Mecque, et d'insister pour que *dès à présent* le lazaret d'El-Ouedj fût mis en état de fonctionner, ou, à défaut, celui de Tor.

» Ces instructions furent expédiées sans retard et fidèlement exécutées. Ce que nous avions prévu arriva : dès la fin de septembre le choléra s'était manifesté à la Mecque, où il avait été importé, nous l'avons su plus tard, par les pèlerins provenant du même navire qui avait communiqué la maladie à Aden.

» Le choléra ne se manifesta d'abord à la Mecque que par un petit nombre

d'attaques; il s'étendit jusqu'à Médine, mais bientôt, comme nous le redoutions, au moment où les pèlerins furent réunis pour les cérémonies religieuses, l'épidémie prit tout à coup un grand développement.

» Le Conseil sanitaire d'Alexandrie, dès l'origine, avait pris des décisions énergiques, mais malheureusement les moyens d'exécution manquaient et il importait d'être en mesure d'agir pour l'époque du Courban Baïram, c'est-à-dire pour le commencement de novembre. Le gouvernement égyptien manifestait beaucoup de tiédeur et, malgré les décisions favorables prises par le Conseil sanitaire de Constantinople, stimulé par notre représentant, M. le Dr Mahé, le gouvernement turc, par politique, apportait des obstacles par ses agents en Égypte.

» Cependant, dès que l'apparition du choléra à la Mecque eut été signalée, l'administration égyptienne sortit de sa torpeur, et, grâce à l'activité et à l'intelligence de deux hommes, deux Français, M. Guillois, délégué du Consulat au Conseil sanitaire, et M. le Dr Ardoin, inspecteur général du service sanitaire égyptien, les préparatifs furent poussés avec une grande activité, grâce aussi à l'appui qu'ils trouvèrent dans le premier ministre d'alors, Chérif-Pacha.

» M. Guillois se rendit à Tor et à El-Ouedj, pour y étudier la situation, qu'il reconnut três praticable; M. Ardoin fut chargé de la direction du campement d'El-Ouedj et il s'en acquitta avec un grand dévouement, reconnu par M. de Lesseps lui-même.

» Ces deux hommes méritent toute notre reconnaissance, car sans eux le Conseil sanitaire serait probablement resté impuissant.

» Les campements quarantenaires furent prêts à recevoir les pèlerins vers la fin de novembre. Ils y arrivèrent d'abord sur des navires partis de Djeddah dès le 29 novembre, puis successivement par convois échelonnés et plus tard par caravanes.

» Ces derniers, qui avaient fait une longue route, arrivèrent sains de choléra; mais il n'en fut pas de même de ceux transportés sur des navires. Ceux-ci, particulièrement ceux de certains arrivages, apportèrent le choléra dans les campements, qui n'en furent débarrassés entièrement qu'au bout d'un mois environ.

» Voici, pour répondre aux commentaires malveillants, la statistique de la mortalité parmi les pèlerins au campement d'El-Ouedj du 29 novembre au 10 février.

» Dans cette période, 12000 pèlerins passèrent successivement aux campements d'El-Ouedj, où ils étaient séparés par catégories.

» Sur ce nombre il y eut 304 décès, savoir : 69 par choléra confirmé, 109 par diarrhée suspecte, 126 par maladies diverses. Ce qui donne 178 décès par choléra ou accidents cholériformes.

» Notons qu'une catégorie provenant d'un seul navire, composée de 957 pèlerins, perdit à El-Ouedj 145 personnes, parmi lesquelles 92 par choléra ou diarrhée suspecte.

» On voit par là que, malgré des conditions qui laissaient à désirer, le campement d'El-Ouedj n'a pas été désastreux pour les pèlerins, parmi lesquels, en temps ordinaire, la mortalité est toujours très forte à leur voyage de retour.

» Cependant il s'en fallut de peu que la quarantaine n'échouât, par le fait de la révolution dite *des Colonels* en Egypte. L'effet s'en traduisit immédiatement par une indiscipline complète parmi les soldats chargés de garder et de protéger les pèlerins.

» Ces soldats se crurent tout permis : ils accaparèrent les vivres et en firent trafic; ils devinrent menaçants et plusieurs médecins furent maltraités par eux. Mais heureusement que la quarantaine touchait à sa fin et que tout danger de contamination avait disparu.

» Indépendamment de cet incident, on a beaucoup parlé de désordres, d'actes arbitraires, même de violations de quarantaine.

» Je ne nie en rien que des irrégularités, que des contraventions aient été commises, mais elles ne pouvaient avoir heureusement aucun effet compromettant au point de vue sanitaire, à raison de la distance à parcourir par terre; seulement j'admets difficilement que M. Ferdinand de Lesseps ait pu commettre la violation de quarantaine dont il s'est accusé devant vous, par la raison que l'Égypte n'était pas en quarantaine. Si le fait avait eu lieu, il me serait impossible de l'en féliciter; mais j'estime qu'il y a erreur de sa part.

» J'arrive aux griefs et aux plaintes des grandes compagnies de paquebots contre les mesures prises à leur égard pendant la dernière épidémie cholérique, et qui se sont produits à Alexandrie, à Londres et à Paris.

» Ces compagnies se sont plaintes de ce que les formalités sanitaires, à l'égard de leurs paquebots, s'étaient aggravées.

» En effet, à raison du choléra qui menaçait l'Égypte par les provenances de l'Inde, où la maladie régnait, le Conseil sanitaire égyptien prit une résolution qui, vu les circonstances, obligeait ces paquebots à se rendre à Tor, pour y faire constater leur état sanitaire et y débarquer leurs marchandises et leurs passagers. En l'absence de choléra à bord, ceux de

ces paquebots qui ne voulaient pas s'arrêter à Tor étaient autorisés à franchir le canal en état de quarantaine.

» Ces paquebots éprouvaient ainsi une gêne dans leurs opérations en Égypte, et en tout cas un très léger retard dans leur voyage. Il y avait certainement quelque chose d'exagéré dans ces mesures; mais il faut tenir compte de la situation critique où se trouvait l'Égypte et de la responsabilité qui pesait alors sur le Conseil sanitaire.

» Quoi qu'il en soit, le Conseil répondit aux plaintes que les mesures en question seraient levées dès que les nouvelles des Indes seraient redevenues favorables.

» A Londres, le gouvernement anglais fit demander à notre Ministre des Affaires étrangères ce que nous pensions de la situation.

» La réponse de notre part ne se fit pas longtemps attendre; elle est consignée dans une Note qui a été soumise au Comité consultatif d'hygiène et approuvée par lui.

» Elle concluait que les mesures exceptionnelles prises dans ces derniers temps en Égypte contre les paquebots-poste provenant de l'Inde devaient prendre fin avec les circonstances exceptionnelles qui les avaient provoquées, ce qui ne pouvait manquer de se produire très prochainement.

» Il était entendu, pour nous, qu'alors l'état antérieur devait être rétabli, c'est-à-dire que les paquebots-poste provenant des ports indiens seraient, à leur arrivée à Suez, assujettis seulement à une constatation médicale de leur état sanitaire *à dater de leur point de départ,* et que, si le résultat en était satisfaisant, ces paquebots seraient immédiatement admis en libre pratique. Il va sans dire que, dans le cas contraire, la mise en quarantaine leur serait appliquée, selon les circonstances.

» Nous avons appris par les nouvelles les plus récentes que, par décision du Conseil sanitaire égyptien, la levée des mesures exceptionnelles était un fait accompli. Je puis même ajouter que le Gouvernement anglais a complètement adhéré à notre manière de voir.

» Aujourd'hui le pèlerinage est terminé; les pèlerins, après avoir subi toutes les épreuves de la quarantaine, ont regagné leurs foyers sans aucun danger pour la santé publique.

» Nous voilà donc revenus à l'état normal, dans lequel toutes les provenances de l'extrême Orient, de même que celles de la mer Rouge, sont admises en libre pratique à Suez, moyennant qu'il soit établi que ces provenances n'ont pas eu de choléra à bord pendant leur traversée.

» Cet état normal correspond à une phrase de moi, citée dans la Communication écrite de M. de Lesseps.

» En résumé, pour nous, facilités aussi grandes que possible quand le navire provenant de loin est reconnu réellement sain; mesures sérieuses contre tout navire infecté ou suspecté de l'être.

» Maintenant, l'Académie remarquera, et c'est un côté bien curieux de l'affaire, que dans sa Note écrite M. de Lesseps arrive à la même conclusion que nous, c'est-à-dire qu'il propose exactement ce qui est la pratique *ordinaire* à Suez. De quoi se plaint-il donc, puisque cette manière d'agir était en vigueur avant les derniers événements pendant lesquels elle avait seulement été interrompue?

» Je dois supposer que M. de Lesseps a été mal informé, et qu'il a parlé comme s'il était encore question des quarantaines qu'il combattait dans sa jeunesse. J'estime qu'à présent il doit être mieux éclairé.

» Le Conseil sanitaire international d'Alexandrie, dont certains intérêts voudraient se débarrasser, est une institution des plus utiles aux intérêts européens, et dans ces dernières circonstances il a mérité nos éloges; il a pu se tromper sur certains points, mais il n'a rien compromis.

» Ce Conseil venait d'être réorganisé et d'être investi de prérogatives qu'il n'avait pas auparavant; il travaillait à la réorganisation du service quand les événements l'ont surpris dans ce travail qu'il va reprendre. Aujourd'hui le Comité consultatif d'hygiène de France est saisi d'un projet de budget sanitaire élaboré par le Conseil égyptien et qui est aujourd'hui soumis à l'appréciation de tous les gouvernements européens.

» Il ne s'agit de rien moins que de conclure une convention internationale régularisant, comme en Turquie, le fonctionnement du service sanitaire égyptien. Est-ce le moment de le détruire?

» L'Égypte, vous le savez, traverse en ce moment une crise redoutable, celle du régime dit *des Colonels*, qui menace de détruire toutes les institutions européennes dans ce pays, y compris celles qui ont la santé publique pour objet.

» Dans cette conjoncture, n'est-ce pas notre devoir de soutenir ce Conseil, qui représente l'Europe, et de l'améliorer dans son fonctionnement, plutôt que de laisser soumettre les questions sanitaires à un arbitraire favorable à tous les abus. Je soumets cette question à l'appréciation de l'Académie et à la haute sagacité de M. de Lesseps.

» Par ce simple exposé, que j'aurais voulu rendre plus court et qui ce-

pendant est très incomplet, j'espère que l'Académie sera éclairée sur la valeur des griefs portés devant elle par l'organe respecté de M. de Lesseps.

» Je n'y ajouterai qu'une réflexion.

» J'ai la confiance que personne ne trouvera plus, pas même M. de Lesseps, que des mesures sanctionnées par toute l'Europe, appuyées par des savants illustres, membres de cette Académie, au sein du Comité d'hygiène, soient des procédés barbares, contraires au progrès scientifique. Cependant, en faut-il conclure que les mesures actuelles soient à nos yeux l'idéal de la prophylaxie? Loin de là : j'ai dit mon sentiment à cet égard dans une phrase que M. de Lesseps a rappelée dans sa Communication. Oui, je pense toujours que les quarantaines proprement dites disparaîtront, grâce aux progrès de la science, et seront remplacées par des mesures prophylactiques d'un autre ordre. Qui nous dit que les recherches de M. Pasteur ne conduiront pas à ce résultat? Mais, en attendant, il est incontestable qu'aujourd'hui, faute de mieux, les quarantaines, appliquées conformément aux données de la science, ont leur raison d'être. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Méthode d'observation des météores, au sommet du puy de Dôme*; par M. **Alluard**.

« Au mois d'octobre 1881, nous avons entrepris, à la cime du puy de Dôme, un travail dont l'exécution complète prendra sans doute plusieurs années. Nous espérons qu'il servira de modèle à d'autres semblables qu'on réalisera dans les observatoires de montagne.

» Une terrasse circulaire, sans aucune interruption, et bordée par une balustrade de 1^m de hauteur et de 30^m de circonférence, a été ménagée au-dessus de la tour construite au sommet du puy de Dôme pour le service météorologique de l'observatoire. C'est de là qu'on admire, sans que la vue soit cachée d'aucun côté, le panorama qui se déroule aux regards ravis des touristes qui font l'ascension de cette montagne célèbre.

» La balustrade a été divisée en 360°, et les degrés ont été gravés au ciseau dans les pierres de taille qui la couronnent; ils sont distants de $0^m,09$ environ. Le nord se trouve à la division 0, l'est à 90°, le sud à 180°, et l'ouest à 270°. Plus de trois cents localités ont déjà été relevées et rapportées à cette graduation, faite sur une si grande échelle. De cette manière, les cimes les plus saillantes du mont Dore, du Cantal, du Forez et tous les pays volcaniques de la chaîne des Dômes se retrouvent en quelques

minutes. Au moyen de lunettes terrestres qui peuvent être amenées sur les divisions de la graduation par deux chariots roulant sur des rails, tous les détails curieux de cet immense vue, embrassant sept départements, deviennent facilement visibles.

» Ce qui attire d'abord l'attention, c'est, au nord, le groupe d'une quarantaine de volcans, alignés sur une longueur de quatre lieues, distants les uns des autres de 2^{km} à 3^{km} au plus, embrassant un arc de 60° de notre graduation, et, au sud, un groupe semblable de volcans, plus rapprochés les uns des autres puisqu'ils sont compris dans un arc de 40°. Plus loin, au sud-sud-ouest, apparaît le massif du mont Dore, entre les divisions 195 et 220; plus loin encore, on aperçoit une partie des montagnes du Cantal, entre 190° et 194°, et le Plomb du Cantal au 192e degré.

» Les montagnes du Forez bornent l'horizon du nord-est au sud-est, entre 60° et 120°; mais à la division 87, c'est-à-dire à l'est, elles présentent une échancrure qui laisse voir, à une très grande distance, trois pics très élevés qui paraissent appartenir à la même montagne. Or, lorsque nous appliquons notre graduation sur la Carte de France au $\frac{1}{320000}$ de l'État-major, la division 87 tombe juste sur le mont Blanc. Est-ce lui que nous voyons? Le calcul nous apprend qu'à l'altitude de 1470^{m}, qui est celle du puy de Dôme, il est possible d'apercevoir le mont Blanc, dont la hauteur est 4810^{m} et la distance 280^{km}. C'est surtout un peu avant le lever du soleil, lorsque le ciel forme à l'Orient un fond très éclairé, sur lequel les trois pics se détachent parfaitement, que ce spectacle est curieux et très net.

» A l'ouest-ouest-sud, on voit au loin les monts du Limousin, à l'ouest-ouest-nord ceux de la Marche, puis, au nord, d'immenses plaines appartenant aux départements de la Creuse, du Puy-de-Dôme et de l'Allier.

» Un vocabulaire fait connaître tous les lieux visibles du sommet du puy de Dôme; en quelques instants on apprend tout ce que son immense panorama offre d'intéressant. Pour faciliter et abréger cette étude, une seconde Notice indique tout ce qu'il est possible d'apercevoir dans le plan vertical passant par chaque degré.

» Enfin, des Cartes géographiques, sur lesquelles sont gravés les alignements de notre graduation, sous forme de rayons divergents partant du sommet du puy de Dôme, résument tous les résultats obtenus. Des circonférences concentriques, distantes les unes des autres de 4^{km}, et ayant ce sommet pour centre, indiquent la distance approximative, à vol d'oiseau, de tous les points observés.

» Un autre intérêt que celui de la Géographie nous a guidé dans ce travail. Qui ne voit de suite tous les avantages qui en résultent au point de vue scientifique? Un orage survient-il, on marque le point exact où il prend naissance; on le suit dans sa marche, et l'on note avec soin toutes les particularités qu'il présente jusqu'à l'endroit où il disparaît. Déjà, sur ce sujet, bien des faits curieux ont été recueillis, tels que la hauteur des nuées orageuses, les lieux où elles semblent se former de préférence, etc. Des brouillards couvrent-ils telle ou telle vallée, leur place et leur altitude sont enregistrées sans erreur possible. Tout météore qui apparaît devient facile à observer, même pour une personne qui n'a pas l'habitude des expériences de précision. »

EMBRYOGÉNIE. — *De la spermatogénèse chez les Plagiostomes et chez les Amphibiens;* par M. **Ad. Sabatier.**

« Dans une Note communiquée précédemment à l'Académie, j'ai exposé les résultats de mes recherches sur la spermatogénèse chez quelques Annélides, et exprimé l'avis que le processus de formation de l'élément reproducteur devait présenter chez les Vertébrés les mêmes caractères essentiels et la même simplicité, c'est-à-dire la succession de plusieurs générations de spermoblastes, générations issues les unes des autres par voie endogène ou par division des noyaux. Des recherches poursuivies soit au laboratoire de la Faculté des Sciences de Montpellier, soit à la station de Zoologie marine de Cette, sont venues confirmer pleinement mes prévisions. Elles ont porté sur les Plagiostomes et sur les Amphibiens.

» Chez les Plagiostomes (*Raja clavata, Scyllium catulus*), vers la paroi inférieure des testicules se forment constamment des culs-de-sac glandulaires par bourgeonnement des cellules épithéliales des conduits séminifères. Quelques-unes de ces cellules grossissent beaucoup et constituent les spermatospores ou ovules mâles. Autour de ces dernières se trouvent quelques *rares* cellules aplaties, qui ne sont que des cellules épithéliales n'ayant pas grossi comme leurs voisines, et qui disparaissent sans avoir joué un rôle spécial. Dans le protoplasme périphérique du spermatospore naissent par voie endogène des noyaux qui grossissent, tandis que le noyau central de la cellule et la couche de protoplasme qui l'entoure immédiatement deviennent très granuleux et se désagrègent. Les noyaux formés à la périphérie constituent les noyaux des protospermoblastes.

» De chacun de ces derniers naît, par division, vers le centre du follicule,

un second noyau qui se divise à son tour, et ainsi de suite. De là résultent des séries de cinq à six noyaux disposées suivant les rayons du follicule. Celui-ci grossit et a la forme d'une petite sphère. Ainsi se produisent les générations suivantes de noyaux qui, entourés d'une mince couche de protoplasme, constituent les *deutospermoblastes*. Ces derniers continuent à se multiplier par division, acquérant des dimensions de plus en plus petites, et formant par leur réunion des masses prismatiques disposées suivant les rayons de la sphère, et dont chacune repose à la périphérie sur le protospermoblaste qui lui a donné naissance. Celui-ci se distingue toujours des deutospermoblastes en ce que, n'ayant subi qu'une première division, il a conservé son volume primitif et s'est seulement aplati contre la paroi du follicule.

» Chacun des petits deutospermoblastes (noyau et protoplasme) s'allonge et s'effile pour former un spermatozoïde. L'ensemble des spermatozoïdes d'une même masse prismatique forme un faisceau conique dont la base, dirigée vers la surface du follicule sphérique, repose sur le protospermoblaste générateur.

» Quant aux corps ovales réfringents que l'on observe sur les côtés des faisceaux de spermatozoïdes avant leur maturité, *corps problématiques* de Semper, auxquels M. Balbiani attribue un rôle très important comme élément fécondant femelle, je me suis assuré qu'ils sont tout simplement des noyaux de deutospermoblastes qui ne se sont pas divisés et qui subissent une régression graisseuse : ce sont des *deutospermoblastes stériles* qui disparaissent.

» Chez les Amphibiens la spermatogénèse étudiée chez *Rana esculenta, Rana temporaria, Hyla arborea, Bufo calamita*, a présenté des phénomènes tout à fait comparables à ceux des Sélaciens. Il n'y a que cette différence, que tandis que chez ces derniers le polyblaste provenant du développement d'un même spermatospore remplit tout le follicule spermatique, chez les Batraciens, on trouve sur la coupe d'un seul follicule testiculaire un nombre plus ou moins grand de polyblastes qui tapissent les parois ; mais la succession des phénomènes est exactement la même :

» 1° Spermatospore provenant du développement exagéré d'une cellule épithéliale ;

» 2° Naissance par voie endogène dans le protoplasme d'une couche périphérique de noyaux (protospermoblastes) ;

» 3° Le noyau du protospermoblaste donne naissance, par sa face interne et par voie de division, à un noyau qui est l'origine des deutospermoblastes.

Ces derniers résultent des divisions successives de ce premier noyau, et diminuent de volume en se multipliant;

» 4° Allongement en bâtonnet des noyaux des deutospermoblastes, dont le protoplasme s'effile, pour former les spermatozoïdes. Ceux-ci, réunis en faisceaux, adhèrent pendant quelque temps aux protospermoblastes dont ils ont tiré leur origine;

» 5° Enfin quelques deutospermoblastes restés stériles deviennent réfringents et représentent exactement chez les Batraciens les noyaux stériles des Sélaciens.

» Des recherches déjà avancées sur d'autres Vertébrés, sur des Échinodermes, sur des Ascidiens, des Némertiens, des Annélides et des Mollusques, me permettent déjà de considérer le processus de spermatogénèse que je viens de décrire comme ayant un caractère de généralité assez prononcé; et j'espère pouvoir ramener bientôt à une formule générale et simple la loi de formation de l'élément reproducteur mâle, qui a été jusqu'à présent comprise de manières si diverses et le plus souvent très compliquées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Gill adresse à l'Académie, par l'entremise de M. l'amiral Mouchez, une Lettre relative aux observations du passage de Vénus.

Cette Communication est renvoyée à l'examen de la Commission du passage de Vénus.

M. F. Masure soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Observations horaires sur l'évaporation de l'eau, libre et en repos, dans l'atmosphère ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Becquerel, Cornu.)

M. Laur adresse un Mémoire « sur les phénomènes de jaillissement d'eau et d'acide carbonique au trou de sonde de Montrond (Loire) ».

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Daubrée, Fizeau, Hébert.

M. G. Cabanellas adresse une Note portant pour titre : « Non-existence des sauts brusques de tension de Ohm aux jonctions hétérogènes.

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin.)

M. **Berlier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'enlèvement direct, au moyen du vide, des matières fécales, à de grandes distances.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Volume intitulé : « *Jacob Steiner*'s gesammelte Werke », zweiter Band, herausgegeben von *K. Weierstrass*;

Une Note de M. *J. Plateau*, où l'auteur discute la possibilité apparente et illusoire, comme il le démontre, d'employer la capillarité à réaliser le mouvement perpétuel.

M. **Dumas** signale avec un profond regret la nouvelle perte que la Science vient d'éprouver par la mort d'un des plus éminents lauréats de l'Académie, M. Giffard. Tout le monde connaît le procédé remarquable au moyen duquel on renouvelle aujourd'hui la provision d'eau des chaudières à vapeur dans les locomotives. Personne n'a oublié les ballons captifs que M. Giffard avait mis à la disposition du public en 1867 et en 1878. Ce qu'on sait moins, c'est que les dispositions de ces deux aérostats représentaient un ensemble de rares et intéressantes inventions et de dispositions originales du plus grand mérite.

M. Giffard n'était pas un de ces inventeurs que la fortune délaisse. Il avait recueilli des profits considérables de la première de ses inventions; le noble usage qu'il en faisait pour les autres et le peu de jouissance qu'il en réclamait pour lui-même assurent à sa mémoire le souvenir reconnaissant de tous ceux dont il avait entendu les plaintes et soulagé les souffrances.

L'Académie me pardonnera, ajoute M. Dumas, mais j'ai eu si souvent à signaler à M. Giffard des besoins sérieux et des souffrances imméritées, et ma prière a toujours trouvé son cœur et sa main si ouverts, que je n'essaye pas de surmonter mon émotion.

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (221), (222), (223), (224) *et de la comète a* 1882 (*Wells*), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Astre — ★	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Astre — ★	Déclinaison. Log. fact. par.
(221)	Mars 20..	*a*	6,5	+ 1.29,20 (m s)	$\bar{2}$,996*n*	− 3′.31″,7	0,672
	22..	*a*	6,5	+ 0.43,09	$\bar{2}$,954	+ 4. 3,7	0,670
	23..	*b*	9,5	− 0.22,29	$\bar{1}$,168*n*	− 0.32,7	0,676
(222)	Mars 20..	*c*	9,5	− 1.15,67	$\bar{2}$,791	+ 1. 9,7	0,680
(223)	Mars 20..	*d*	9	+ 0.26,40	$\bar{2}$,971	− 2. 3,6	0,753
	Avril 8..	*e*	9,5	− 0.43,65	$\bar{2}$,146*n*	+ 0.35,9	0,744
	9..	*e*	9,5	− 1. 5,21	$\bar{2}$,632*n*	+ 1.49,9	0,744
(224)	Avril 6..	*f*	9	− 1.17,31	$\bar{1}$,071*n*	−10.10,8	0,869
	7..	*f*	9	− 2.13,59	$\bar{2}$,753*n*	− 6.37,1	0,871
	8..	*g*	8	+ 0.54,64	$\bar{2}$,435*n*	− 3.43,7	0,871
	9..	*g*	8	+ 0. 2,49	$\bar{1}$,083*n*	− 0.21,2	0,868
	10..	*h*	8	+ 1. 1,73	$\bar{2}$,928*n*	+ 2.51,0	0,869
	11..	*h*	8	+ 0. 9,48	$\bar{1}$,146*n*	+ 6.19,6	0,867
	12..	*i*	8,5	− 1.37,78	$\bar{1}$,232*n*	+ 5.37,5	0,865
	13..	*i*	8,5	− 2.35,12	$\bar{2}$,759	+ 9.31,1	0,869
	14..	*j*	9,5	+ 1. 1,29	$\bar{1}$,296*n*	− 6. 5,1	0,863
☄	Mars 31..	*k*	8	+ 1.11,67	$\bar{1}$,676*n*	− 2.56,8	0,841
	Avril 1..	*l*	7,5	− 0. 2,19	$\bar{1}$,712*n*	− 1. 3,8	0,720
	2..	*m*	8,5	+ 3.47,01	$\bar{1}$,717*n*	− 5.39,7	0,672
	4..	*n*	9	+ 1.45,86	$\bar{1}$,728*n*	− 3.20,2	0,673
	6..	*o*	7,5	+ 3.36,59	$\bar{1}$,738*n*	− 0.14,6	0,638
	7..	*p*	7	+ 2.48,52	$\bar{1}$,737*n*	− 3.14,7	0,583
	8..	*q*	9,5	− 0. 2,21	$\bar{1}$,746*n*	− 1. 4,0	0,590
	9..	*r*	9	− 0. 9,03	$\bar{1}$,757*n*	+ 0.39,6	0,617
	11..	*s*	6,5	− 2.13,63	$\bar{1}$,770*n*	− 2.25,5	0,685
	13.	*t*	8,5	+ 0.49,92	$\bar{1}$,788*n*	− 4.25,3	0,610
	14..	*u*	7,5	− 2.38,83	$\bar{1}$,792*n*	− 0. 3,3	0,676
	16..	*v*	8,5	+ 0.36,42	$\bar{1}$,671*n*	− 6. 3,2	0,442

Positions des étoiles de comparaison.

	Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
(221)	Mars 20..	*a*, 612 Weisse₂ 9ʰ....	9.30.31,54	+2,73	+16.57.56,8	−15,0
	22..	*a*, »	»	+2,70	»	−14,9
	23..	*b*, B.D. +17°, nº 2112.	9.31.18,08	+2,69	+17. 5.37,7	−14,8
(222)	Mars 20..	*c*, » +16°, nº 2056.	9.53.37,08	+2,77	+15.58.49,7	−16,0
(223)	Mars 20..	*d*, » + 9°, nº 2451.	11. 1.42,49	+2,83	+ 9. 1.10,4	−18,4
	Avril 8..	*e*, » + 9°, nº 2434.	10.52.26,78	+2,73	+ 9.46. 5,3	−17,5
	9..	*e*, » .	»	+2,73	»	−17,4
(224)	Avril 6..	*f*, 775 Weisse₁ 12ʰ....	12.46.57,30	+3,04	− 8.35. 9,3	−18,2
	7..	*f*, » »	»	+3,04	»	−18,2
	8..	*g*, 701 »	12.42.53,10	+3,04	− 8.34.28,2	−18,4
	9..	*g*, » »	»	+3,04	»	−18,5
	10..	*h*, 668 »	12.40.59,31	+3,04	− 8.34. 9,0	−18,6
	11..	*h*, » »	»	+3,04	»	−18,6
	12..	*i*, Anonyme.........	12.41.54,20	+3,05	− 8.29.58,8	−18,6
	13..	*i*, »	»	+3,05	»	−18,6
	14..	*j*, »	12.37.31,60	+3,04	− 8.11.16,8	−18,8
☄	Mars 31..	*k*, 391-2 Weisse₂ 18ʰ..	18.14.43,43	+1,31	+40.27.56,5	−13,8
	Avril 1..	*l*, 497-8 » ..	18.18. 6,99	+1,31	+41. 9.23,9	−13,7
	2..	*m*, 451 » ..	18.16.27,01	+1,34	+41.57. 3,9	−13,8
	4..	*n*, 633 » ..	18.22.50,39	+1,35	+43.21.39,2	−13,6
	6..	*o*, 723 » ..	18.25.40,72	+1,38	+44.50.15,0	−13,5
	7..	*p*, 18356 Arg.-OEltz₁..	18.28.58,61	+1,38	+45.41.12,9	−13,4
	8..	*q*, B.D. +46°, nº 2517.	18.33.19,57	+1,37	+46.26.17,6	−13,3
	9..	*r*, » +47°, nº 2675.	18.37. 2,78	+1,37	+47.13.43,0	−13,2
	11..	*s*, 35124 Lalande.....	18.44.35,12	+1,36	+48.56.34,9	−12,9
	13..	*t*, 18696 Arg.-OEltz...	18.47.37,67	+1,39	+50.45.12,7	−12,5
	14..	*u*, 18797 » ...	18.54.14,89	+1,37	+51.33.49,2	−12,6
	16..	*v*, 18856 » ...	18.58.11,00	+1,38	+53.35.1,3	−12,4

Positions apparentes des planètes et de la comète.

	Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
(221)	Mars 20..	8.42.36	9.32. 3,47	+16.54.10,1	24 : 31	Weisse₂.
	22..	10.21. 7	9.31.17,33	+17. 1.45,6	17 : 15	Id.
	23..	8. 1.21	9.30.58,48	+17. 4.50,2	22 : 20	B. D.
(222)	Mars 20..	10.34. 7	9.52.24,18	+15.59.43,4	12 : 8	Id.

	Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite. apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
(223)	Mars 20..	12. 3.34	11. 2.11,72	+ 8.58.48,4	19 : 15	Id.
	Avril 8..	9.34.50	10.51.45,86	+ 9.46.23,7	18 : 15	W. Struve, *Pos. med.*
	9 .	9.14.26	10.51.24,30	+ 9.47.37,8	26 : 15	Id.
(224)	Avril 6..	10.35.44	12.45.43,03	— 8.45.38,3	18 : 24	Weisse₁.
	7..	11. 7.13	12.44.46,75	— 8.42. 4,6	21 : 28	Id.
	8..	11.19.34	12.43.50,78	— 8.38.30,3	18 : 15	Id.
	9..	10.19. 5	12.42.58,63	— 8.35. 7,9	15 : 10	Id.
	10..	10.36. 8	12.42. 4,08	— 8.31.36,6	12 : 8	Id.
	11..	9.57.51	12.41.11,83	— 8.28. 8,0	22 : 20	Id.
	12..	9.33.38	12.40.19,47	— 8.24.39,9	18 : 24	Anonyme (1).
	13..	11.44.51	12.39.22,13	— 8.20.46,3	18 : 24	Id.
	14..	9. 6.12	12.38.35,93	— 8.17.40,7	18 : 15	Id. (2).
☄	Mars 31..	10.11.24	18.15.56,41	+40.24.45,9	18 : 17	Weisse₂.
	Avril 1..	11.25.55	18.18. 6,11	+41. 8. 6,4	15 : 20	Id.
	2..	11.49.53	18.20.15,36	+41.51.10,4	17 : 24	Id.
	4..	11.38.37	18.24.37,60	+43.18. 5,4	21 : 28	Id.
	6..	11.48.51	18.29.18,69	+44.49.46,9	15 : 20	Id.
	7..	12.11.40	18.31.48,51	+45.37.44,8	18 : 24	Arg.-OEltzen.
	8..	12. 1.44	18.33.18,73	+46.25. 0,3	15 : 15	B.D.
	9..	11.43.49	18.36.55,12	+47.14. 9,4	24 : 20	*Ann. Bonn*, t. VI.
	11..	10.57.16	18.42.22,85	+48.53.56,5	21 : 28	1 obs. mérid. Paris.
	13..	11.26.39	18.48.28,98	+50.40.34,9	21 : 14	Arg.-OEltzen.
	14..	10.48.22	18.51.37,43	+51.33.33,3	18 : 24	Id.
	16..	12.16.54	18.58.48,80	+53.28.45,7	10 : 10	Id.

Remarques.

» Le 9 avril la planète (223) était très faible, le ciel étant un peu brumeux.

Le 8 avril, angle de position de la queue de la comète		....	260°,3
9	»	....	256,1
11	»	....	256,4
14	»	..... .	257,3

(1) L'étoile a été comparée à 668 Weisse₁ 18h, ce qui a donné, par 9 : 10 comparaisons, pour ★ an — ★ 668 W.,

$$+0^{m}54^{s},89;\quad +4'10'',2.$$

(2) Position approchée.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète a 1882 (Wells)*, par M. G. Bigourdan, présentés par M. Mouchez.

« Ces éléments sont déduits des observations de Vienne, mars 21, et de celles de Paris, mars 31 et avril 11.

T = juin 10,48556 t. m. de Paris.

$$\left.\begin{aligned}\varpi &= 53^\circ.56'.\ 1'',2\\ \Omega &= 204.48.19,6\\ i &= 73.41.57,4\end{aligned}\right\}\text{ Équin. moy., 1882,0.}$$

$$\log q = \bar{2},779310$$

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude .... $(O-C)\cos\beta = -\ 7'',5$
En latitude .... » $+13'',5$

Éphéméride pour 12^h, *temps moyen de Paris.*

Dates. 1882.	Ascension droite app.	Déclinaison app.	log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′ ″		
Avril 22,5.....	19.24.58	+59.21,5	0,0448	4,8
23,5.....	19.30.31	+60.23,6		
24,5.....	19.36.29	+61.26,3	0,0338	5,3
25,5.....	19.42.57	+62.29,3		
26,5.....	19.50. 0	+63.32,6	0,0232	5,9
27,5.....	19.57.42	+64.35,8		
28,5.....	20. 6. 6	+65.38,8	0,0132	6,7
29,5.....	20.15.21	+66.41,1		
30,5.....	20.25.33	+67.42,6	0,0033	7,4
Mai 1,5.....	20.36.49	+68.43,3		
2,5.....	20.49.20	+69.40,8	$\bar{1}$,9941	8,3
3,5.....	21. 3. 8	+70.36,3		
4,5.....	21.18.34	+71.28,6	$\bar{1}$,9856	9,3
5,5.....	21.35.30	+72.16,6		
6,5.....	21.54.20	+72.59,5	$\bar{1}$,9778	10,4
7,5.....	22.14.44	+73.36,2		
8,5.....	22.37. 1	+74. 5,0	$\bar{1}$,9709	11,6
9,5.....	23. 0.55	+74.25,4		
10,5.....	23.25.26	+74.35,9	$\bar{1}$,9647	13,0
11,5.....	23.51. 3	+74.36,9		
12,5.....	0.16. 8	+74.25,6	$\bar{1}$,9595	14,7

» L'éclat du 21 mars est pris pour unité. »

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Marseille;* par M. **Coggia.**

Comète a 1882 (*Wells*).

Dates. 1882.	Heure de l'observation (temps moyen de Marseille). h m s	Ascension droite de la comète. h m s	Distance polaire de la comète. ° ′ ″	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.
Mars 28.....	12.25.46	18.10.32,58	51.30. 3,0	$-\bar{1},7380$	$-0,6091$	*a*
30.....	16.24.46	18.14.25,31	50. 5.24,6	$-\bar{1},2869$	$-0,8606$	*b*
Avril 6.....	14. 7.20	18.29.31,09	45. 6. 3,5	$-\bar{1},6743$	$-0,1410$	*c*
11.....	12.49.17	18.42.34,85	41. 2.26,7	$-\bar{1},7890$	$-0,3404$	*d*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoiles.	Nom des étoiles.	Ascension droite. h m s	Distance polaire. ° ′ ″	Autorité.
a	7730 Washington..............	18. 9.28,54	51.15.22,1	Cat. Washington.
b	352 Weisse (*n. c.*) H. XVIII.....	18.13.16,95	49.47.21,8	Cat. Weisse.
c	761 Weisse (*n. c.*) H. XVIII.....	18.26.42,01	45. 5.50,4	Cat. Weisse.
d	35124 Lalande..................	18.41.34,76	41. 3.27,1	Cat. Lalande.

Planète (224) (*Palisa*).

Date. 1882.	Heure de l'observation (temps moyen de Marseille).	Ascension droite de (224).	Distance polaire de (224).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoile de comp.
Avril 24....	$11^h 57^m 38^s$	$12^h 41^m 7^s,44$	$98°27'57'',9$	$\bar{2},8465$	$-0,8442$	*a*

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoile.	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
a	701 Weisse (*a. c.*) H. XII........	$12^h 42^m 53^s,09$	$98°34'28'',2$	Cat. Weisse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable;* par M. **Mittag-Leffler.** Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

« Supposez que mon théorème (*Comptes rendus,* 3 avril) soit démontré dans le cas où la suite P, P′, P″, ... est terminée par $P^{(n-1)} = 0$ ou par $P^{(n)} = 0$. Je démontrerai alors qu'il a lieu aussi quand cette suite est terminée par $P^{(n+1)} = 0$.

» Soit d'abord $m = 1$, de sorte que $P^{(n)}$ consiste dans la seule valeur a_1. Le nombre des valeurs $P^{(n-1)}$ est alors $a_{\mu 1}$, $\mu = 1, 2, \ldots$. Cela posé, il est tou-

jours possible de former une suite de quantités positives ρ_μ, $\mu = 1, 2, \ldots$, telles que $a_{\mu 1}$ soit la seule valeur de x appartenant à la suite $a_{11}, a_{21}, a_{31}, \ldots$ qui satisfasse à la condition mod. $(x - a_{\mu 1}) \leqq \rho_\mu$, et telle qu'il n'y ait jamais une valeur de x qui satisfasse en même temps à deux conditions différentes mod. $(x - a_{\mu 1}) \leqq \rho_\mu$. Appelez maintenant P_1 le nombre des valeurs de P qui ne satisfont à aucune des conditions mod. $(x - a_{\mu 1}) \leqq \rho_\mu$. On aura $P_1^{(n-1)} = 0$. D'après ma supposition, il sera alors toujours possible de former une fonction uniforme analytique $f(x)$ dont les singularités sont les valeurs P_1, et qui, dans le voisinage de chaque valeur $a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu 1}$ qui appartient à $P_1 - P'_1$, peut être exprimée sous la forme

$$G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu 1}\left(\frac{1}{x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu 1}}\right) + \mathfrak{P}_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu 1}(x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu 1}).$$

» Cela posé, j'appelle P_{11} l'ensemble des valeurs de P qui satisfont aux conditions mod. $(x - a_{\mu 1}) \leqq \rho_\mu$, $\mu = 1, 2, \ldots$, et je forme ensuite, ce qui, d'après ma supposition, sera toujours possible, pour chaque indice μ, une fonction

$$F_\mu(x, a_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1;\, \alpha_{11}=1,2,\ldots;\, \beta_{11}=1,2,\ldots;\, \gamma_{11}=1,2,\ldots;\, \ldots;\, \lambda_{11}=1,2,\ldots}),$$

dont les singularités sont le nombre de valeurs de P_{11} qui satisfont à la condition mod. $(x - a_{\mu 1}) \leqq \rho_\mu$, et qui, dans le voisinage de chaque valeur $a_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1}$ de cette nature et appartenant à $P_{11} - P'_{11}$, peut être exprimée sous la forme

$$G_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1}\left(\frac{1}{x - a_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1}}\right) + \mathfrak{P}_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1}(x - a_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1}).$$

» Soient maintenant $\varepsilon^{(1)}, \varepsilon^{(2)}, \varepsilon^{(3)}, \ldots$ une suite de quantités positives qui satisfassent à la condition

$$\varepsilon^{(\mu)} < \frac{\text{mod.}(a_\mu - a)}{\text{mod.}(a_\mu - a) + \rho_\mu}, \quad \mu = 1, 2, \ldots.$$

On peut alors exprimer la fonction $F_\mu(x, a_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1;\, \alpha_{11}=1,2\ldots;\ldots;\, \lambda_{11}=1,2,\ldots})$ par une série convergente

$$\sum_{\rho=0}^{\infty} A_\rho^{(\mu)}\left(\frac{a_\mu - a}{x - a}\right)^\rho,$$

en supposant que x remplit la condition mod. $\frac{a_\mu - a}{x - a} \leqq \varepsilon^{(\mu)}$. Si l'on suppose que $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots$ soient une suite de quantités positives ayant une somme

finie, on peut de même toujours trouver un nombre entier positif m tel que

$$\text{mod.} \sum_{\rho = m_\mu}^{\infty} A_\rho^{(\mu)} \left(\frac{a_\mu - a}{x - a}\right)^\rho < \varepsilon_\mu,$$

toutes les fois que mod. $\frac{a_\mu - a}{x - a} \leqq \varepsilon^{(\mu)}$.

» Mettez maintenant

$$F_\mu(x) = F_\mu(x, a_{\alpha_{11}\beta_{11}\gamma_{11}\ldots\lambda_{11}\mu 1;\, \alpha_{11}=1,2,\ldots;\ldots;\lambda_{11}=1,2,\ldots}) - \sum_{\rho=0}^{m_\mu - 1} A_\rho^{(\mu)} \left(\frac{a_\mu - a}{x - a}\right)^\rho,$$

et vous aurez

$$F(x) = f(x) + \sum_{\mu=1}^{\infty} F_\mu(x).$$

Vous obtenez aussi directement

$$\overline{F}(x) = F(x) + \overline{F}(x, a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu 1;\, \beta=1,2,\ldots;\gamma=1,2,\ldots;\ldots;\lambda=1,2,\ldots;\mu=1,2,\ldots}).$$

» J'ai supposé jusqu'ici que $P^{(n)}$ consiste dans la seule valeur a_1. Admettez maintenant que $P^{(n)}$ soit le nombre des m valeurs $a_1, a_2, \ldots, a_m$. Je forme alors les m fonctions

$$F_\nu(x, a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu;\, \alpha=1,2,\ldots;\beta=1,2,\ldots;\gamma=1,2,\ldots;\ldots;\lambda=1,2,\ldots;\mu=1,2,\ldots;\nu=1,2,\ldots,m}),$$

et j'obtiens

$$F(x, a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu;\, \alpha=1,2,\ldots;\beta=1,2,\ldots;\gamma=1,2,\ldots;\ldots;\lambda=1,2,\ldots;\mu=1,2,\ldots;\nu=1,2,\ldots,m})$$
$$= \sum_{\nu=1}^{m} F_\nu(x, a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu;\, \alpha=1,2,\ldots;\beta=1,2,\ldots;\gamma=1,2,\ldots;\ldots;\lambda=1,2,\ldots;\mu=1,2,\ldots}).$$

Vous voyez aussi qu'on aura

$$\overline{F}(x) = F(x) + \overline{F}(x, a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu;\, \beta=1,2,\ldots;\gamma=1,2,\ldots;\ldots;\mu=1,2,\ldots;\nu=1,2,\ldots,m}).$$

» Dans ma dernière Lettre (*Comptes rendus*, 17 avril), mon théorème général (*Comptes rendus*, 3 avril) a été démontré dans le cas de $n = 1$. Il a donc lieu maintenant pour $n = 2, 3, \ldots$.

» Je me réserve de vous communiquer une autre fois une solution de mon théorème du 20 février et du 13 mars, qui est analogue à celle que je donne maintenant de mon théorème du 13 février. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété du cercle;* par M. G. DARBOUX.

« Dans ma dernière Communication, j'ai montré comment on étend les propriétés anharmoniques des coniques à certaines courbes unicursales dont la classe peut être un nombre quelconque. Je me propose de faire connaître maintenant d'autres courbes unicursales, comprenant les précédentes comme cas particulier, et auxquelles on peut étendre l'une des propriétés fondamentales du cercle.

» On sait que, si l'on considère deux tangentes fixes d'un cercle et une tangente variable, et si l'on attribue des sens convenables à ces trois droites, le périmètre du triangle qu'elles forment est constant. On peut énoncer cette proposition sous la forme suivante :

» Si une courbe est telle, que sa tangente forme avec deux droites fixes un triangle de périmètre constant, elle jouit de la même propriété quand on substitue aux deux droites une infinité d'autres systèmes de deux droites fixes.

» Cette proposition admet la généralisation suivante :

» *Si l'on considère n couples de droites et une droite variable qui forme, avec les n couples, des triangles dont les périmètres ont une somme constante, cette droite variable enveloppera une courbe unicursale, qui conservera la même définition quand on substituera aux couples primitifs n autres couples dépendant de deux paramètres arbitraires.*

» Les courbes auxquelles on est ainsi conduit peuvent être caractérisées de la manière suivante : Elles sont d'une classe quelconque, que je désignerai par m; elles admettent la droite de l'infini pour tangente multiple d'ordre $m - 2$, et de plus elles coupent cette droite aux points à l'infini sur le cercle. Exceptionnellement elles peuvent admettre la droite de l'infini comme tangente multiple d'ordre $m - 1$, et se réduire aux courbes considérées dans ma dernière Communication.

» Réciproquement, chacune de ces courbes admettra la génération précédente; il faudra prendre n triangles si la courbe est de la classe $2n$ ou $2n - 1$. Pour démontrer cette proposition, on est conduit à étudier la question suivante :

» *Étant donnée une forme binaire homogène de degré pair $2n$, déterminer deux formes de degré $n + 1$ dont elle soit la jacobienne.*

» Ce problème, que j'avais proposé à mes auditeurs, a été l'objet des recherches profondes de l'un d'eux, M. Stéphanos, recherches qui ont été

communiquées, au moins en partie, à l'Académie, dans sa séance du 12 décembre dernier. Il offre un grand intérêt et se présente dans l'étude de questions très variées. Par exemple, c'est de sa solution que dépend la détermination des courbes unicursales d'un degré donné, dont les tangentes appartiennent à un complexe linéaire.

» Si nous revenons à nos courbes unicursales, nous reconnaîtrons qu'elles possèdent de nombreuses propriétés. D'abord, on peut généraliser beaucoup leur définition primitive. La courbe dont la tangente forme avec n couples de droites des triangles dont la somme des périmètres est constante peut encore être définie, et d'une infinité de manières, comme il suit : *Il existe n couples de droites tels, que les n triangles formés par ces couples et la tangente variable aient leurs périmètres liés par une équation linéaire, dont les coefficients seront quelconques et ne seront plus égaux à l'unité comme dans la génération primitive.*

» Si l'on veut avoir des sommes de périmètres, on peut encore augmenter le nombre des triangles, et l'on rencontre alors différents problèmes d'Algèbre, parmi lesquels je citerai le suivant, qui comprend celui qui a été énoncé plus haut :

» *Étant donnée une forme binaire, trouver deux autres formes, de degrés égaux ou inégaux, dont elle soit la jacobienne.*

» D'une manière générale, si l'on considère p droites fixes et une droite variable, et si l'on établit une relation linéaire quelconque entre les segments interceptés par la droite variable sur les droites fixes, et par les droites fixes sur la droite variable, cette relation peut toujours se ramener à une autre ne contenant que des périmètres de triangles formés par la droite variable et les droites fixes; et par conséquent la courbe-enveloppe de la droite appartient à la classe que nous étudions ici.

» En me plaçant à ce point de vue, je signalerai spécialement les courbes qui sont définies par une relation existant uniquement entre les segments déterminés sur la tangente variable par des droites fixes. Si cette relation est homogène, ces courbes sont celles qui ont été considérées dans ma dernière Communication; si la relation n'est pas homogène, elle n'a lieu qu'avec un seul système de droites. La proposition suivante définit les cas dans lesquels elle se présente.

» Considérons une courbe unicursale de classe n, admettant la droite de l'infini pour tangente multiple d'ordre $n-2$. En général, cette courbe, qui touche en $n-2$ points la droite de l'infini, la coupera en outre en deux autres points, distincts des points de contact. *Si ces deux points*

viennent se confondre à la fois avec les points à l'infini sur le cercle et avec deux des $n - 2$ points de contact, les $n - 3$ segments interceptés sur la tangente variable à la courbe par les $n - 2$ tangentes doubles de cette courbe seront liés par une relation linéaire.

» Je n'insiste pas sur les divers cas particuliers, me contentant de faire remarquer que l'hypocycloïde à trois rebroussements, la courbe enveloppe d'une droite de longueur constante, dont les extrémités décrivent deux droites, et plus généralement l'hypercycle de M. Laguerre sont, avec la parabole, les plus simples des courbes dont j'ai fait connaître divers modes de génération. Toutes ces courbes sont les polaires réciproques par rapport à un cercle de celles qui sont représentées en coordonnées polaires par l'équation

$$\rho = f(\cos\omega, \sin\omega),$$

où f désigne une fraction rationnelle, ce qui explique comment leur étude conduit à différents problèmes relatifs à deux formes binaires ou à une fraction rationnelle [1]. »

MÉCANIQUE. — *Sur un passage de la « Mécanique analytique », relatif au principe de la moindre action.* Note de M. E. **Brassinne**.

« La formule relative à la moindre action peut prendre la forme

$$\delta\int mv^2\, dt = 0,$$

» dans laquelle $\int mv^2$ exprime la force vive de tout le système à un instant
» quelconque; ainsi le principe dont il s'agit se réduit à ce que la somme
» des forces vives instantanées de tous les corps depuis le moment où ils
» partent des points donnés jusqu'à celui où ils arrivent à d'autres points
» donnés soit un *maximum* ou un *minimum*. » (*Méc. analyt.*, sect. III, p. 42.)

» Lagrange ne tient pas compte du temps, bien que, dans la formule, le signe δ détermine la relation qui doit exister entre cet élément variable et les vitesses $v, v', \ldots$ des masses $m, m', \ldots$. Si l'on transforme le système

---

(1) Les propositions analogues relatives aux courbes sphériques ont déjà été données dans mon Ouvrage, *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*, p. 106. On les obtient en appliquant la méthode des figures supplémentaires à d'autres propositions, sur lesquelles je ne reviendrai pas en ce moment; de même les propriétés de l'hypercycle peuvent se déduire de celles que nous devons à M. Laguerre, relativement aux courbes qu'il a nommées *cassiniennes*.

en un autre soumis aux mêmes liaisons, mais dont les masses seront αm, $\alpha m'$, ..., et les vitesses $\frac{v}{\alpha}$, $\frac{v'}{\alpha}$, ..., la formule de la moindre action deviendra

$$\delta \int \alpha m \frac{v^2}{\alpha^2} dt' = 0, \quad \text{ou} \quad \delta \int m v^2 \alpha dt' = 0,$$

qui sera identique à la première si l'on fait $dt' = \frac{dt}{\alpha}$, résultat qu'on peut traduire par cette proposition :

« Un système de corps est en mouvement, et chacun d'eux a une vitesse » particulière; le principe de la moindre action établit une relation entre » la force vive totale développée et le temps nécessaire pour la produire. » Si, dans les mêmes conditions, on fait varier les masses et les vitesses, de » telle sorte que la quantité de mouvement de chacune ne change pas, la » force vive totale variera en proportion du temps employé à la produire. »

» Si, par exemple, on double ou triple les masses en réduisant les vitesses à la moitié ou au tiers, les forces vives et les temps diminueront dans la même proportion, et, si l'on considère le temps comme un élément aussi précieux que le travail, on voit, par exemple, qu'une prise d'eau dont le débit est mv est équivalente, pour un travail continu, à une prise $2m\frac{v}{2}$.

» Dans le choc instantané de deux corps durs m, m' animés de vitesses v, v' et entraînés avec une vitesse commune u, la formule devient

$$\delta[m(v-u)^2 + m'(v'-u)^2] = 0,$$

qui donne la vitesse commune et démontre que, dans le choc, il y a une force vive perdue, *minimum*, exprimée sous la forme que Carnot lui a donnée. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'acide pernitrique*. Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis**.

« L'ozone préparé par l'électrisation de l'air sec est mélangé à un composé gazeux, l'acide pernitrique; nous avons indiqué précédemment quelques-unes des propriétés de cet acide; nous nous proposons de revenir aujourd'hui sur l'étude de sa préparation et de décrire les particularités intéressantes qu'elle présente.

» Nos essais nous ont appris que la formation de l'acide pernitrique aux dépens d'un mélange d'azote et d'oxygène soumis à l'action des effluves électriques est limitée comme celle de l'ozone, et que le maximum corres-

pondant à une température donnée peut être fixé par la diminution de pression qu'éprouve le mélange gazeux. De plus, cet acide donne lieu à un phénomène analogue à celui que nous avons décrit dans une précédente Note *Sur la rétrogradation produite par l'effluve électrique dans la transformation de l'oxygène en ozone*. Car, dès que l'acide pernitrique a acquis la tension maximum correspondant à la température de l'expérience, les décharges électriques le décomposent brusquement en acide hypoazotique et oxygène : ce qui est rendu manifeste à la fois par une brusque diminution de pression, et par la coloration rouge intense du gaz. En outre, cette décomposition de l'acide pernitrique entraîne la rétrogradation de l'ozone formé simultanément alors même que la pression de l'oxygène dans le mélange est supérieure à $0^m,100$ (1). La destruction de l'ozone dans ces conditions est déterminée évidemment par le dégagement de chaleur qui provient de la décomposition de l'acide pernitrique, et elle fournit une nouvelle preuve à l'appui de l'explication, que nous avons proposée, des changements d'équilibre brusques et périodiques qu'on peut observer dans la préparation de l'ozone.

» La rétrogradation déterminée en présence de l'acide pernitrique n'est pas toujours suivie d'une nouvelle diminution de pression, signe de la réversibilité de la transformation de l'oxygène et de la recomposition de l'acide pernitrique aux dépens des produits de sa décomposition. Les mélanges gazeux, dont la composition ne s'écarte pas beaucoup de celle de l'acide pernitrique et dont la pression est $0^m,760$ environ, donnent après la rétrogradation un gaz très coloré qui ne peut se décolorer par l'action même prolongée des effluves et dans lequel on ne peut provoquer une diminution de pression. C'est que, en présence de certaines proportions d'acide hypoazotique, ni l'ozone ni l'acide pernitrique ne peuvent se reformer, circonstance curieuse liée probablement au mode tout particulier de décharge qu'on observe dans les mélanges gazeux où l'acide hypoazotique possède une tension notable.

» Les oscillations périodiques qui indiquent la formation de l'acide pernitrique aux dépens des vapeurs nitreuses provenant d'une rétrogradation antérieure s'observent, au contraire, si la tension de ces vapeurs est très faible.

---

(1) Nous avons établi que, en l'absence de l'azote, l'oxygène condensé et l'oxygène ordinaire trouvent un état d'équilibre qui dure autant que l'électrisation lorsque la pression du mélange de ces deux gaz est supérieure à $0^m,100$.

» En partant d'un mélange d'oxygène et d'acide hypoazotique, on ne peut donc espérer préparer le nouvel acide qu'en proportion très faible, et nos expériences vont nous permettre de préciser les conditions dans lesquelles il faut de préférence se placer pour se procurer un mélange gazeux contenant le nouvel acide en aussi grande proportion que possible.

» La quantité maximum d'acide pernitrique qu'on produit dans des conditions données de température et de pression peut se déterminer facilement en dosant l'acide hypoazotique qui s'est formé lors de la rétrogradation sous l'action prolongée des effluves électriques. Elle est d'environ 30 pour 100 en poids dans les expériences faites à 15° et à $0^m,600$. On constate de plus que la composition du mélange gazeux modifie peu la quantité d'acide formé, s'il contient de 4^{vol} à 8^{vol} d'oxygène pour 2^{vol} d'azote, tandis qu'en abaissant de 25° à 5° la température des gaz on élève la teneur en acide dans le rapport de 4 à 5 environ.

» Il est donc avantageux d'effectuer la préparation de l'acide pernitrique à basse température toutes les fois qu'on veut obtenir un mélange gazeux très chargé de cet acide.

» Il est, en outre, indispensable de fixer par un essai préliminaire le temps nécessaire pour décomposer l'acide pernitrique en acide hypoazotique à la température de l'expérience et dans l'appareil dont on fait usage, afin de réduire de quelques minutes la durée de l'électrisation : ce qui permet de se rapprocher de l'enrichissement maximum, sans s'exposer à détruire l'acide suroxygéné de l'azote. Dans les appareils assez bien construits pour que la presque totalité des gaz soit soumise à l'action des décharges électriques, la coloration due aux vapeurs nitreuses, signe infaillible qu'on a dépassé l'enrichissement maximum, se produit au bout de trois quarts d'heure à une heure; dans les appareils qui ne satisfont qu'imparfaitement à ces conditions, il faut de une heure à deux heures pour arriver au même résultat. On peut suivre les progrès de la préparation de l'acide pernitrique en utilisant son spectre d'absorption. Nous interposons entre la flamme d'un bec de gaz et le spectroscope un tube horizontal de $0^m,20$ de longueur, soudé, à l'espace annulaire d'un tube à effluves, par deux tubes, disposés de façon que le gaz échauffé par les décharges électriques s'écoule constamment dans le tube horizontal qui sert de réfrigérant. La portion du gaz soumis aux effluves n'est dans les appareils de ce genre que $\frac{1}{5}$ environ du volume total : le gaz s'enrichit alors très lentement en acide, la décomposition est également retardée. Le spectre de lignes caractéristique de l'acide pernitrique est perceptible au bout de une heure

et est remplacé par celui de l'acide hypoazotique seulement dans le cas où l'expérience est prolongée plusieurs heures.

» Enfin, si l'on tient compte de ce fait, que l'acide pernitrique se dédouble facilement en acide azotique anhydre et oxygène lorsqu'il est soustrait à l'action des effluves, on voit qu'on ne peut éviter la présence de ce dernier acide qu'en électrisant un volume de gaz peu supérieur à celui de l'espace annulaire d'un appareil à effluves, puisque ce sont là les seules conditions qui permettent de préparer, aussi rapidement que possible, ce composé suroxygéné très instable.

» Nous exposerons dans une prochaine Note les méthodes d'analyses qui nous ont permis d'établir la composition et l'équivalent en volume de l'acide pernitrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques réactions des sels de protoxyde d'étain.* Note de M. A. **Ditte**.

« Les sels solubles d'argent donnent, avec ceux de protoxyde d'étain, des précipités très colorés, caractéristiques, dont la composition varie avec les proportions respectives des sels employés.

» 1° Quand on verse du nitrate d'argent dans un excès de nitrate d'étain par exemple, il se produit un abondant précipité blanc qui, lavé et comprimé dans des feuilles de papier buvard à l'abri de la lumière, puis séché dans le vide, donne une substance grise, facilement soluble dans l'acide azotique étendu ; elle ne se dissout pas dans l'ammoniaque, mais une trace de ce réactif la colore en rouge foncé ; le précipité blanc abandonné dans la liqueur au sein de laquelle il a pris naissance devient rouge au bout de quelque temps; mis en suspension dans une grande quantité d'eau, il se transforme en une poudre rouge foncé qui, après lavage et dessiccation dans le vide, est encore insoluble dans l'ammoniaque, mais soluble dans l'acide nitrique étendu. C'est du métastannate d'argent $Sn^5O^{10}AgO$, retenant $7^{éq}$ d'eau dans le premier cas, 3 dans le second. Il en conserve moins encore si, au lieu de sécher le précipité blanc dans le vide, on le porte quelques instants à 80° après l'avoir bien exprimé entre des doubles de papier; il devient alors noir-bleu foncé. Ce métastannate d'argent, soumis à l'action de la chaleur, détone avec dégagement de chaleur et de lumière en produisant une petite explosion qui le projette hors du tube dans lequel on opère; si on le répand tout le long du tube et qu'on chauffe par une extrémité, la détonation se propage rapidement d'un bout à l'autre de la traînée, comme

si c'était de la poudre. Après déflagration, le métastannate est anhydre et tout à fait insoluble dans les acides étendus; l'acide azotique concentré lui enlève l'argent à chaud et laisse de l'acide stannique insoluble comme résidu. Lors donc qu'on mélange le nitrate d'argent avec un excès de sel d'étain, il se forme du métastannate de protoxyde d'argent; le protoxyde d'étain s'oxyde aux dépens de l'acide nitrique en donnant de l'acide métastannique, qui se combine immédiatement à de l'oxyde d'argent.

» 2° Il n'en est plus de même si le nitrate d'argent est en excès; la première goutte de sel d'étain que l'on y verse donne un trouble blanc rosé qui devient rapidement rouge, et l'on a définitivement un précipité rouge foncé, presque noir. La liqueur filtrée est incolore, mais au bout de quelques instants elle se trouble, et il s'y produit le même dépôt; la réaction n'est terminée qu'au bout de plusieurs heures, tandis qu'elle était presque instantanée dans le cas précédent. Le précipité, formé en présence d'un excès d'argent, bien lavé et séché dans le vide, est une poudre brun foncé, insoluble dans l'ammoniaque, complètement soluble à froid dans l'acide nitrique étendu; sa composition, $SnO^2 AgO, 2HO$, est celle d'un stannate de protoxyde d'argent hydraté. Par l'action de la chaleur, il perd son eau et devient insoluble dans les acides étendus, mais sans déflagration ni incandescence.

» 3° Lorsqu'à une solution très étendue de nitrate d'étain on ajoute peu à peu du nitrate d'argent jusqu'à en avoir un excès, il se forme un précipité rouge pourpre d'un aspect tout particulier, et qui se dépose au bout de quelque temps, en laissant au-dessus de lui une liqueur incolore; ce précipité empâte les filtres, ce qui le rend plus difficile à laver que les précédents; quand l'eau froide ne lui enlève plus de nitrate d'argent, c'est une masse pourpre foncé, immédiatement soluble à froid dans l'acide azotique qu'elle colore en jaune clair, et aussi entièrement soluble à froid dans l'ammoniaque étendue, en formant une liqueur rouge d'une coloration très intense. Cette solution ammoniacale se décolore complètement au bout de quelques heures d'exposition à l'air, si elle ne contient que peu de sel d'argent; si elle en contient une quantité notable, elle s'évapore avant de se décolorer, et laisse un résidu pourpre qui, séché à la température ordinaire, conserve toutes les propriétés de la matière primitive, et en particulier sa solubilité dans l'ammoniaque. Ce précipité rouge, bien lavé et séché dans le vide ou à l'air à 30°, se présente sous la forme de petits fragments friables, à cassure vitreuse, faciles à réduire en une poudre brun foncé, blanchâtres à l'extérieur, comme s'ils étaient recouverts d'une couche

excessivement mince d'argent métallique, et solubles entièrement à froid dans l'ammoniaque étendue.

» Dans cette opération, au sein d'une liqueur très diluée, le protoxyde d'étain s'est encore changé en acide stannique en dégageant 33^{cal} environ, et aux dépens de l'acide azotique, mais, en même temps, une partie de l'oxyde d'argent AgO est devenue sous-oxyde Ag^2O. La solution rouge donnée avec l'ammoniaque est, en effet, le caractère le plus net des sels de sous-oxyde d'argent qui, en se dissolvant dans ce réactif, forment une liqueur rouge orangé très intense; au contact de l'oxygène de l'air, le sous-oxyde d'argent redevient protoxyde, et la liqueur se décolore. L'analyse de cette matière rouge, faite sur des produits de diverses préparations, donne des résultats bien concordants et conduit à la regarder comme une combinaison de métastannate de sous-oxyde d'argent avec du stannate de protoxyde, répondant à la formule $Sn^5O^{10}Ag^2O, 2(SnO^2, AgO), n HO$. Par l'action de la chaleur, l'eau se dégage et la matière devient insoluble dans l'ammoniaque.

» 4° Le chlorure de platine et l'azotate de palladium se comportent comme les sels d'argent. Si l'on en verse dans une dissolution en excès d'un sel de protoxyde d'étain, on obtient, avec le palladium, un métastannate brun très foncé, $Sn^5O^{10}PdO, 4HO$, aisément soluble à froid dans l'acide chlorhydrique en donnant une liqueur fortement colorée en rouge brun, dans l'acide azotique qu'il colore en jaune rougeâtre, et insoluble dans l'ammoniaque. Avec le platine, il se dépose un métastannate $Sn^5O^{10}PtO, 4HO$, rouge de sang, formant, avec l'acide chlorhydrique froid, une belle solution rouge, avec l'acide azotique une liqueur faiblement jaune, et insoluble dans l'ammoniaque. Comme celui d'argent, ces deux métastannates perdent leur eau quand on les chauffe, avec détonation et dégagement de lumière, et ils deviennent insolubles dans les acides étendus.

» Si le sel de palladium ou de platine est en excès, on n'obtient que des stannates fortement colorés et solubles dans les acides étendus. Ils perdent cette propriété avec leur eau, sans déflagration, quand on les soumet à l'action de la chaleur.

» 5° Ces stannates et métastannates très colorés constituent, pour les sels de protoxyde d'étain, des réactifs caractéristiques, car ils ne se produisent pas dans les solutions de bichlorure d'étain; ces réactions sont très sensibles, surtout avec le nitrate d'argent, qui est incolore comme les sels d'étain; en effet, un excès de nitrate d'argent donne un précipité

rouge dans une dissolution de protoxyde d'étain qui n'est pas très étendue; si elle est très diluée, on n'obtient qu'une coloration rouge, mais celle-ci est encore facilement appréciable dans de l'eau contenant par litre $0^{gr},001$ de protochlorure d'étain; toutefois, dans ce dernier cas, elle n'est pas immédiate, et il faut attendre quelque temps avant de la voir apparaître. »

CHIMIE. — *Action du gaz ammoniac sur le nitrate d'ammoniaque.* Note de M. **Raoult.**

« Le 7 janvier 1873, M. Divers a signalé à la Société royale de Londres la production d'un corps liquide par l'union directe du gaz ammoniac avec le nitrate d'ammoniaque. Le 19 mai de la même année, ignorant complètement le travail du savant anglais, j'ai fait connaître le même corps à l'Académie des Sciences. M. Divers a vu dans ce liquide une simple dissolution; je l'ai considéré comme un composé défini en voie de dissociation. M. Troost, dans un travail récent (*Comptes rendus*, 20 mars 1882), a démontré que ce liquide renferme effectivement un composé défini, et que ce composé est représenté par la formule $2AzH^4O, AzO^5 + 3AzH^3$. M. Troost a employé pour cela la méthode bien connue, qui consiste à mesurer les tensions de dissociation après des soustractions successives de gaz. Cette méthode est assurément très bonne, mais son application exige l'emploi d'appareils spéciaux, et il n'est pas inutile de montrer qu'on peut arriver au même résultat avec la seule aide de la balance.

» Un corps fixe, en voie de dissociation, étant donné et son enveloppe gazeuse naturelle étant maintenue à la pression atmosphérique, on le porte à des températures graduellement croissantes et on le pèse de temps en temps. Si ce corps est un composé défini, il ne subit aucune décomposition, tant que sa température est inférieure à celle pour laquelle sa tension de dissociation est égale à la pression atmosphérique, et son poids reste constant; mais, dès qu'on dépasse cette température, le corps perd rapidement une quantité notable du gaz qu'il renferme et son poids diminue brusquement. Dans le cas où le corps renferme le gaz à l'état condensé ou dissous, la diminution de poids est régulière et continue. Cette méthode permet donc de décider si un corps en voie de dissociation est un composé défini et d'établir la composition de celui-ci. Elle est, je crois, capable de rendre des services. Appliquée au liquide produit en faisant agir, à la pres-

sion de 745^{mm}, le gaz ammoniac sur le nitrate d'ammoniaque, jusqu'à refus de gaz, elle donne les résultats suivants :

Températures.	Poids d'ammoniaque uni à 100^{gr} de nitrate d'ammoniaque.
°	gr
0	48,1
6	42,0
12	32,8
18	32,0
24	28,0
30	18,0

» On voit que le poids *maximum* de gaz ammoniac, uni avec 100^{gr} de nitrate d'ammoniaque, diminue très rapidement de 0° à 12°; qu'il reste sensiblement constant de 12° à 18°, et qu'enfin il diminue de nouveau rapidement de 18° à 30°. Le liquide étudié contient donc un composé défini, qui renferme une moyenne de 32^{gr},4 d'ammoniaque combinés avec 100^{gr} de nitrate d'ammoniaque, et dont la formule est, par conséquent,



$$2\,AzH^4O, AzO^5 + 3\,AzH^3.$$

» Cette série d'expériences montre, comme il fallait s'y attendre, que la conclusion de M. Troost est exacte. Elle montre aussi que ce composé défini peut dissoudre, aux environs de 0° et sous la pression atmosphérique, des quantités considérables de gaz ammoniac.

» Du nitrate d'ammoniaque, saturé d'ammoniaque à basse température, étant donné, il est toujours facile de le transformer dans le composé défini en question; il suffit, pour cela, de l'agiter avec un léger excès de nitrate d'ammoniaque finement pulvérisé. Le sel se dissout avec abaissement de température et, en peu d'instants, la proportion d'ammoniaque se réduit au *minimum*. Les résultats numériques, que j'ai présentés à l'Académie il y a neuf ans et qui se rapportaient à un produit préparé de cette manière, montrent, en effet, que 100^{gr} de nitrate d'ammoniaque absorbent, pour se liquéfier, 35^{gr} d'ammoniaque à zéro, 33^{gr} à 12° et 31^{gr},5 à 18°; quantités qui diffèrent peu les unes des autres et qui s'approchent beaucoup du chiffre de 31^{gr},9 exigé par la formule $2\,AzH^4O, AzO^5 + 3\,AzH^3$. Les nombres précédents montrent encore que le nitrate d'ammoniaque n'est pas sensiblement soluble dans ce composé défini. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la découverte des alcaloïdes dérivés des matières protéiques animales.* Note de M. Arm. Gautier, présentée par M. Wurtz.

« Les bases organiques d'origine putréfactive avaient été entrevues par différents auteurs avant les recherches de François Selmi et les miennes. On attachait toutefois si peu d'importance et de foi à ces observations imparfaites et peu connues, que toute matière alcaloïdique toxique extraite par les méthodes classiques au cours d'une expertise médico-légale était, jusqu'en 1872, réputée avoir été introduite criminellement durant la vie. Cependant, déjà vers l'époque où l'on découvrait les principaux alcalis organiques, il semble que Schwanert réussit à extraire des cadavres humains des substances capables de neutraliser les acides (triméthylamine ou alcaloïdes plus complexes). En 1856, un Danois, Panum, retirait des chairs putréfiées d'un chien un extrait vénéneux qu'il nomma *venin putride,* et plus tard *sepsine.* Il montra que cette matière complexe doit bien ses propriétés

» Au cours de mes recherches sur les transformations réciproques des albuminoïdes, je découvris, en 1872, que la fibrine du sang bien lavée, abandonnée sous l'eau à la putréfaction, se liquéfiait en donnant beaucoup d'albumine, de caséine et d'acide butyrique (observation déjà faite par M. Wurtz) en même temps qu'une petite quantité d'alcaloïdes, les uns fixes, les autres volatils.

» Pour extraire ces substances, j'opérais de la façon suivante : après avoir coagulé par la chaleur la liqueur putride acidulée d'acide sulfurique, je la sursaturais d'un lait de chaux, je filtrais et distillais. La vapeur d'eau entraînait une grande quantité d'ammoniaque, de triméthylamine et d'autres alcalis organiques. Le produit distillé, saturé *exactement* d'acide chlorhydrique, évaporé à sec, repris par l'alcool absolu bouillant, donnait les chlorhydrates des bases entraînées par la vapeur d'eau. On en faisait les chloroplatinates qu'on séparait par cristallisation : l'un d'eux, peu soluble, me fournit une base huileuse, d'odeur analogue à la nicotine.

» La liqueur calcaire d'où ces bases avaient été entraînées par la vapeur, étant séchée dans le vide, après addition du précipité calcaire primitivement obtenu, me laissait une masse que je pulvérisais finement et épuisais à l'éther alcoolique. Le dissolvant évaporé, on reprenait le résidu par de l'eau très faiblement chlorhydrique. On obtenait ainsi une petite quantité des chlorhydrates des bases fixes.

» C'est par cette méthode [1] que je m'assurai, en 1872, que la putréfaction des matières albuminoïdes donnait naissance à de véritables alcaloïdes fixes et volatils. Ce travail n'étant pas terminé en 1873, je me bornai à mentionner le résultat principal dans mon *Traité de Chimie appliquée à la Physiologie,* t. I, p. 253.

» Pendant que je poursuivais ces recherches à Paris, M. François Selmi faisait de son côté, à Bologne, en partant d'un point de vue différent, des observations qui le conduisirent aux mêmes conclusions. En 1870, au cours d'une expertise médico-légale, Selmi retirait par la méthode de Stas, des viscères d'un homme qu'on soupçonnait avoir été assassiné, un alcaloïde qu'il ne parvint à identifier avec aucun de ceux jusque-là connus. En 1871, nouvelle expertise de Selmi le conduisant au même résultat. Le 25 janvier 1872, Selmi lisait à l'Académie de Bologne un Mémoire où il annonçait que l'*estomac* des personnes ayant succombé à une mort naturelle contient des substances qui se comportent comme certains alca-

---

[1] Je lui ai fait subir diverses modifications. Voir au *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, t. II, p. 1226, un autre procédé que je suivis un peu plus tard.

loïdes végétaux; enfin, en 1874, Selmi annonçait qu'il se fait, durant la putréfaction, de véritables alcalis organiques toxiques.

» On faisait toutefois, aux observations de Selmi, des objections diverses : ces alcaloïdes, qu'il avait extraits des cadavres, ne proviendraient-ils pas des matières végétales ou médicamenteuses restées dans l'estomac ou l'intestin? Ces corps étaient-ils bien réellement des bases organiques? N'étaient-ce pas plutôt quelques-uns de ces amides analogues à la leucine, à la tyrosine, à la créatine? ou quelques-unes de ces matières à fonctions douteuses dites *extractives*, qui s'accumulent dans le sang durant la maladie, et peuvent, après la mort, se retrouver avant toute putréfaction?

» Ce n'est que dans une Note, présentée le 6 décembre à la même Académie, que Selmi, levant toutes les objections, annonça qu'il avait obtenu deux alcaloïdes, l'un fixe, l'autre volatil, en soumettant à la putréfaction de l'*albumine pure*, mise à l'abri de l'air. Dans un Mémoire *Sur la genèse des alcaloïdes vénéneux qui se forment dans les cadavres*, lu par lui le 12 décembre 1878 à l'Académie de Bologne, après avoir de nouveau insisté sur ce principe, que c'est bien aux matières albuminoïdes que les alcaloïdes en question doivent leur origine, Selmi ajoute :

« Sur ce point, je dois rappeler que Armand Gautier, dans sa *Chimie appliquée à la Physiologie*, avait noté que les matières protéiques, en se putréfiant, fournissent, outre divers produits, une petite quantité d'alcalis organiques mal déterminés en combinaison avec divers acides gras. »

» Et dans une Lettre qu'il envoyait le 30 juin 1881 au *Journal d'hygiène* (²), Selmi, plus explicite encore, dit :

« La première constatation d'alcaloïde se formant par la putréfaction de l'albumine a été faite par A. Gautier qui, à ce moment, n'a pas semblé cependant y attacher une grande importance. »

» On voit donc que Selmi, tout en ayant reconnu de 1870 à 1872 l'existence d'alcaloïdes dans les extraits cadavériques, ne démontra et n'affirma qu'en 1876 que les matières albuminoïdes en se putréfiant sont bien la véritable origine de ces corps. D'après Selmi lui-même, j'avais observé et annoncé ce fait dès 1873. Plus tard, en 1878, dans une Communication que je faisais au Congrès international d'hygiène de Paris, je rapprochais ces corps de la conicine et de la muscarine (²).

» Selmi a cru, et j'ai pensé longtemps moi-même, que ces alcaloïdes dé-

(¹) Vol. VI, p. 305 (1882).
(²) *Compte rendu du Congrès d'hygiène de Paris*, t. II, p. 266.

rivaient nécessairement des matières albuminoïdes par le processus de la putréfaction. Je montrerai dans une prochaine Note que ces mêmes alcaloïdes se produisent souvent en abondance chez les animaux vivants et sont des produits *constants et nécessaires de la vie* normale ou pathologique des tissus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le bromure d'éthylène tétranitré*. Note de M. A. VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« La formation de dérivés nitrés par substitution de l'acide hypoazotique à l'hydrogène d'un carbure d'hydrogène a pendant longtemps été regardée comme une réaction spéciale aux carbures dits de la série aromatique. Cependant la découverte du *nitréthane* $C^4H^5(AzO^4)$, isomère de l'éther azoteux, par MM. V. Meyer et O. Stüber, celle du *nitroforme* $C^2H(AzO^4)^3$, par M. Schischkoff, ont montré que de pareilles substitutions sont possibles dans les carbures de la série grasse. Cependant les corps de ce genre actuellement connus sont peu nombreux et s'obtiennent par des méthodes indirectes.

» J'ai entrepris l'étude de l'action directe de l'acide azotique sur divers corps de la série grasse et j'ai réussi à obtenir un premier dérivé nitré, le *bromure d'éthylène tétranitré* $C^4(AzO^4)^4Br^2$, par l'action de l'acide azotique fumant sur le bromure d'éthylène.

» M. Kachler [1], ayant étudié récemment l'action de l'acide azotique sur le même corps, a obtenu de l'acide bromacétique et du bromure de nitrosyle AzO^2Br. Ce ne sont là, je crois, que les résultats d'une réaction secondaire produisant une oxydation du bromure d'éthylène.

» J'ai traité dans une cornue le bromure d'éthylène par l'acide azotique fumant, ces deux corps étant pris à peu près à volumes égaux. Quand on chauffe ce mélange, une réaction énergique se produit; il se dégage des vapeurs nitreuses, du bromure de nitrosyle et du brome. Dès le début, la couche inférieure du bromure d'éthylène se dissout dans l'acide azotique, et le mélange devient homogène. Au bout de quelque temps le mélange se trouble et se sépare en deux couches; à ce moment la réaction tend à devenir explosive. On retire le feu et l'on modère la réaction qui se poursuit d'elle-même, en refroidissant de temps en temps la cornue avec de l'eau froide. Après quoi on peut continuer à distiller le mélange. On pousse presque jusqu'au bout la distillation qui se poursuit régulièrement en

---

[1] *Monatshefte für Chemie*, t. II, p. 558.

vertu d'une sorte d'équilibre instable qui se maintient à la température de l'ébullition. Souvent la réaction, par un phénomène singulier, redevient explosive quand on retire le feu et que la température du mélange s'abaisse.

» On réunit les liquides passés à la distillation et ceux qui restent dans la cornue, on les lave à l'eau, et on enlève le brome qui reste dissous dans la couche insoluble dans l'eau, par des lavages rapides faits avec une solution étendue d'acide sulfureux. Cette couche est formée par du bromure d'éthylène non attaqué, contenant le bromure d'éthylène tétranitré et un peu de nitroglycol. On lave une dernière fois en laissant une petite couche d'eau à la partie supérieure, on jette le tout dans un ballon et on y dissout de grandes quantités de potasse caustique, en agitant pendant quelque temps. Le mélange se prend en une masse jaune, par suite de la formation d'une combinaison du bromure d'éthylène tétranitré avec l'hydrate de potasse, combinaison qu'on laisse cristalliser jusqu'au lendemain. On la sépare par décantation du liquide insoluble qui reste au fond du vase, formé presque en totalité de bromure d'éthylène et qui peut être soumis à de nouveaux traitements par l'acide azotique. Après l'avoir essorée, on la fait cristalliser dans l'eau chaude, ce qui permet de la débarrasser du bromure d'éthylène dont elle reste imprégnée.

» Cette combinaison a une composition représentée par la formule



$$C^4(AzO^4)^4Br^2, 2KHO^2.$$

» Voici les résultats obtenus à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
C	5,51	5,00
H	0,52	0,42
Br	32,90	33,33
Az	11,26	11,66
K	16,45	16,25

» Elle se présente sous la forme de cristaux brillants, d'une couleur jaune serin, d'une densité 1,25 à la température de 14°. Ces cristaux sont à peine solubles dans l'eau froide, assez solubles dans l'eau chaude, insolubles dans l'alcool absolu, l'éther, etc. Sous l'action de la lumière ils paraissent subir une transformation moléculaire et prennent une couleur jaune brun.

» Chauffés vers 145°, ils détonent en dégageant des vapeurs nitreuses,

et laissant un résidu de bromure de potassium[1]. Ils ne paraissent pas détoner par le choc.

» La potasse solide attaque ce corps, en donnant un produit rouge instable que je n'ai pas encore étudié.

» Les acides étendus mettent en liberté le bromure d'éthylène tétranitré. C'est un liquide instable dont je donnerai les propriétés dans une Note ultérieure. Je me propose d'étudier en même temps les produits de réduction de ce corps. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine des matières sucrées dans la plante.* Note de M. AD. PERREY.

« Au cours d'une étude sur la migration des principes immédiats dans les végétaux, l'analyse d'une suite d'échantillons de plants de haricot nous a permis d'observer des faits intéressants au point de vue de la dérivation réciproque des matières sucrées et de l'amidon.

» Les feuilles du haricot, du 29 juin au 29 juillet (5 échantillons) ne renferment pas trace de glucose. Celui-ci apparaît cependant le 7 juillet dans les tiges qui n'en renfermaient pas le 29 juin et s'y retrouve jusqu'au 29 juillet.

» Nous devons en conclure que le glucose n'est point le produit de l'élaboration directe de la chlorophylle.

» Or le saccharose se rencontre constamment dans les feuilles du 29 juin au 29 juillet. S'y est-il formé directement, ou son origine est-elle subordonnée au dédoublement du grain d'amidon? Mais si l'on accepte pour l'amidon la constitution admise par M. Berthelot ($3C^{12}H^{12}O^{12} - 3H^2O^2$) et pour son dédoublement la formule la plus simple,



$$C^{36}H^{30}O^{30} + H^2O^2 = C^{24}H^{20}O^{20} + C^{12}H^{12}O^{12},$$

ce dédoublement devrait faire apparaître au moins momentanément, c'est-à-dire au moins en petite quantité dans la feuille, le glucose à côté du saccharose.

» L'absence du glucose au lieu d'origine de la substance hydrocarbonée, sa présence simultanée dans la tige conduisent ainsi à cette conclusion que le sucre de canne est un produit de l'élaboration directe de la cellule verte.

» Le glucose, que nous n'avons jamais rencontré dans aucune partie de

---

[1] On voit que ce corps détone à une température inférieure à celle à laquelle se produit l'explosion du fulminate de mercure, soit 186°.

la plante (haricot, avoine ou maïs) sans le saccharose, qui fait absolument défaut quand manque le saccharose, dériverait de l'hydratation de ce dernier.

» La présence d'une faible quantité d'amidon dans la cellule à chlorophylle pourrait avoir son origine dans une réaction secondaire entre le saccharose et le glucose qui en procède.

» Cette réaction, secondaire dans la feuille, devient la réaction principale dans la graine. Dès l'entrée dans la graine, le glucose disparaît; du saccharose subsiste. Les deux sucres, en s'unissant molécule à molécule, ont constitué l'amidon.

» Cette proportion pondérale de molécule pour molécule est fréquemment dépassée dans la plante au profit du glucose, et l'on conçoit, sans s'arrêter à l'idée d'un travail dépensé en pure perte, que le glucose inutile à la production de l'amidon ait son rôle marqué dans la production des glucosides plus complexes ou des matières azotées.

» Dans la germination, l'amidon se transforme en dextrine et glucose. M. Boussingault, il est vrai, a cru apercevoir plusieurs fois le sucre associé au glucose. Il est vrai aussi que le sucre pouvait préexister dans la graine.

» Dans la nutrition normale, le glucose a encore une origine subordonnée. Le saccharose apparaît avec un rôle essentiel que justifient les besoins de la plante en amidon. Il nous paraît prouvé qu'il tient directement son origine de l'organisation des éléments atmosphériques et il est probable que la production de l'amidon lui est subordonnée comme celle du glucose. Voici les résultats que nous avons obtenus pour 1000 parties de matière sèche :

	Glucose.		Saccharose.	
	Feuilles.	Tiges.	Feuilles.	Tiges.
Juin	16	25	56	90
29 juin	0	0	56	38
7 juillet	0	36	41	51
15 juillet	0	20	8	50
29 juillet	0	11	22	64
13 août	0	9	traces	30
26 août	10	14	24	28
11 septembre	12	23	42	30
23 septembre	14	15	42	27

» Je dose comme glucose les sucres réduisant directement la liqueur de Fehling et comme saccharose ceux qui la réduisent après interversion. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Monographie chimique des Cucurbitacées de l'Uruguay.* Note de M. Sacc, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« Nous ne parlerons ici que des espèces qu'on apporte au marché de Montévidéo, où on les débite à la scie, parce que leur péricarpe ligneux est si dur, qu'il ne se laisse pas entamer par le couteau. C'est un aliment national qui ne manque à aucun repas, et auquel on attribue une telle puissance nutritive, qu'un proverbe local dit que « celui qui veut avoir des » mollets doit manger du *zapallo* ». La chair en est jaune plus ou moins vif, ferme et farineuse; le goût, franchement amylacé, est assez doux; l'odeur, faible, rappelle un peu celle des carottes.

» Voici l'analyse de la meilleure variété, nommée *Bubango* : son péricarpe ligneux est vert foncé; la chair est orange; les graines sont grasses et blanches. Graines, 4; chair, 59; péricarpe, 37.

Composition de la chair.	Gomme	0,44
	Sucre	2,52
	Amidon	13,73
	Fibrine	0,47
	Ligneux	0,22
	Cendre	0,81
	Eau	81,81
		100,00

» La *courge Criollo* est sphérique. Son péricarpe, très épais et très dur, est gris et rugueux. La chair est orange; les graines grasses, blanches, plates et sans rebord. Graines, 12; chair, 52; péricarpe, 36.

Composition de la chair.	Albumine	0,02
	Fibrine	0,08
	Gomme bassorène	0,58
	Sucre	3,86
	Amidon	1,24
	Ligneux	0,72
	Cendre	1,38
	Eau	92,12
		100,00

» Les graines contiennent 21,20 pour 100 d'huile grasse, douce, limpide et de bonne qualité.

» *Courge d'Angola.* Les graines, grasses et blanches, renferment 23,20 pour 100 d'huile grasse. Graines, 18; chair, 34; péricarpe, 48.

Composition de la chair.		
	Albumine	0,20
	Fibrine	0,01
	Gomme bassorène	0,66
	Sucre	5,10
	Amidon	2,70
	Ligneux	0,81
	Cendre	0,50
	Eau	90,02
		100,00

» *Courge d'Andaï.* Graines, 4; chair, 36; péricarpe, 60.

Composition de la chair.		
	Gomme bassorène	0,58
	Sucre	4,86
	Amidon	7,18
	Albumine	0,09
	Fibrine	0,01
	Ligneux	0,78
	Cendre	0,90
	Eau	85,60
		100,00

» *Courge d'Irunco.* Graines, 9; chair, 43; péricarpe, 48.

Composition de la chair.		
	Albumine	traces
	Gomme	0,36
	Sucre	1,50
	Amidon	0,99
	Fibrine	0,04
	Ligneux	0,74
	Cendre	0,48
	Eau	95,89
		100,00

» La *Courge Turban* est une variété de la précédente, formée par deux fruits emboîtés l'un dans l'autre. L'inférieur est orange, et le supérieur jaune citron. Éléments botaniques : graines, 8; chair, 24; péricarpe, 68.

Composition de la chair.		
	Gomme bassorène	1,20
	Sucre	3,80
	Fibrine	0,02
	Amidon	1,96
	Ligneux	1,02
	Cendre	1,00
	Eau	91,00
		100,00

» *Courge Pâtisson* ou *Bonnet de Curé.* Graines, 11; chair, 30; péricarpe, 59.

Composition de la chair.		
	Gomme bassorène	0,44
	Sucre	1,02
	Fibrine	0,34
	Amidon	0,97
	Ligneux	0,88
	Cendre	0,90
	Eau	95,45
		100,00

» *Courge Melon.* Les graines, couleur nankin, sont très épaisses et complètement lisses; elles contiennent 11 pour 100 d'huile grasse. Les éléments botaniques sont : graines, 10; chair, 62; péricarpe, 28.

Composition de la chair.	Albumine	traces
	Fibrine	0,36
	Gomme bassorène	0,64
	Sucre	4,88
	Amidon	3,40
	Ligneux	0,62
	Cendre	0,70
	Eau	89,40
		100,00

» *Gros Melon commun.* Péricarpe, 63; chair, 35; graines, 2.

Composition de la chair.	Fibrine	0,01
	Ligneux	0,47
	Sucre	3,71
	Gomme	0,42
	Cendre	1,00
	Eau	94,39
		100,00

» *Pastèque* à graines noires : péricarpe, 56; chair, 41; graines, 3.

Composition de la chair.	Ligneux	0,94
	Sucre	4,86
	Gomme	0,08
	Amidon	0,04
	Cendre	0,80
	Eau	93,28
		100,00

» *Cidro.* — En voici les éléments : graines, 5; chair, 46; péricarpe, 49.

Composition de la chair.	Gomme bassorène	0,46
	Sucre	4,06
	Fibrine	0,02
	Ligneux	0,76
	Cendre	0,60
	Eau	94,10
		100,00

» Les *Bryones*, souvent prises pour des pommes de terre sauvages, mais vénéneuses, sont formées de :

Acide pectique	0,33
Ligneux	9,65
Inuline	5,32
Sucre de raisin	4,86
Eau et perte	79,84
	100,00

ZOOLOGIE. — *Sur les* Echinides *de l'étage sénonien de l'Algérie.* Note de M. **Cotteau**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« L'étage sénonien, largement développé sur de nombreux points de l'Algérie, nous a offert soixante et une espèces d'Echinides réparties en dix-sept genres [1]. Parmi ces espèces, sept seulement, *Echinocorys vulgaris, Cidaris subvesiculosa, Cyphosoma Aublini, C. Archiaci* et *C. magnificum, Salenia scutigera* et *Orthopsis miliaris,* se retrouvent en France à peu près au même niveau géologique. Ce nombre est évidemment très restreint, mais il suffit pour montrer les rapports qui existaient entre les mers sénoniennes de l'Algérie et celles de la France.

» Cinquante-cinq espèces peuvent être considérées comme propres à l'étage sénonien, et n'en franchissent pas les limites; six seulement se sont montrées en dehors de l'étage, une à l'époque cénomanienne, *Orthopsis miliaris,* et cinq à l'époque turonienne, *Hemiaster Fourneli, H. latigrunda, Echinobrissus Jullieni, Holectypus Julieni* et *Cyphosoma Baylei.*

» Sur les soixante et une espèces d'Echinides sénoniens de l'Algérie, vingt espèces seulement étaient connues avant nos recherches; les quarante-deux autres sont décrites et figurées pour la première fois dans notre publication.

» Plusieurs des espèces propres à l'Algérie méritent, au point de vue zoologique, de fixer l'attention. Je signalerai d'abord deux espèces du genre *Hemipneustes, H. africanus* et *Delettrei;* voisines de l'*H. radiatus* de la craie de Maestricht, elles en diffèrent non seulement par leur forme et par plusieurs autres caractères qui ne manquent pas d'importance. Ces deux espèces avaient déjà été décrites, mais nous avons pu donner, sur la structure de leur appareil apical et sur la forme de leur périprocte, des détails qui auraient échappé aux observateurs.

» J'insisterai sur le très grand développement des *Hemiaster.* Déjà l'étage cénomanien de l'Algérie nous en avait offert quinze espèces, et l'étage turonien huit; nous en trouvons treize dans l'étage sénonien, et quelques-unes de ces espèces sont très abondamment répandues dans presque toutes les localités où on les rencontre. Parmi les plus intéressantes, je citerai l'*Hemiaster Fourneli* et ses nombreuses variétés, l'*Hemiaster bibansensis,* que la longueur de ses aires ambulacraires postérieures distingue nettement de

(1) Cotteau, Peron et Gauthier, *Echinides fossiles de l'Algérie,* 7e et 8e fascicules; 1881 et 1882.

ses congénères, l'*Hemiaster mirabilis,* type exceptionnel parfaitement caractérisé par sa forme ovale, par sa face supérieure presque plane, par sa partie antérieure non échancrée, par ses aires ambulacraires presque à fleur de test. Aucun des *Hemiaster* de l'Algérie, cénomanien, turonien ou sénonien, n'a été rencontré en Europe.

» Les *Echinobrissus* sont également très nombreux : ils nous ont fourni neuf espèces, dont quelques-unes fort abondantes; celles qu'on rencontre dans la partie supérieure de l'étage sénonien (dordonien) se distinguent de toutes les espèces connues par un ensemble de caractères assez constants : leur péristome est entouré d'un floscelle et de bourrelets accentués; les aires ambulacraires sont renflées; le sillon anal est presque toujours peu étendu, et la face inférieure présente ordinairement, comme chez les *Cassidulus,* une raie lisse et longitudinale. Malgré ces différences, il ne nous a pas paru que ces espèces puissent être séparées du genre *Echinobrissus,* dans lequel elles forment un petit groupe à part, mais dont elles présentent tous les caractères essentiels.

» Le genre *Cyphosoma* renferme dix-sept espèces, sur lesquelles onze sont nouvelles, parfaitement caractérisées et bien distinctes de celles que nous connaissons. L'une des plus intéressantes est sans contredit le *Cyphosoma Said,* qui ne ressemble à aucun de ses congénères et offre un aspect des plus singuliers, dû à la dépression plus ou moins accusée, mais toujours très apparente, qui marque le sommet des aires interambulacraires; en effet, chez un grand nombre d'exemplaires, les interambulacres sont non seulement fortement déprimés, mais sont pourvus, à leur partie supérieure, d'une poche oblongue, toujours remplie par la gangue, et dont le fond n'est pas visible; sans doute le test était plus mince en cet endroit, et il a fléchi plus facilement.

» Je mentionnerai encore le genre nouveau que MM. Peron et Gauthier ont désigné sous le nom de *Plistophyma.* Voisin des *Magnosia,* il s'en éloigne par la structure de son appareil apical, par ses pores bigéminés près du sommet et par la disposition de ses tubercules ambulacraires.

» Nous avons pu fixer d'une manière positive le gisement de l'*Heterolampas Maresi,* type curieux participant à la fois des *Cassidulidées* et des *Spatangidées,* dont on ne connaissait qu'un seul exemplaire lorsque je l'ai décrit et fait figurer pour la première fois, mais que depuis MM. Peron et Le Mesle ont recueilli en grande abondance dans la bande sénonienne supérieure qui s'étend au nord du Hodna, depuis El Alleg jusqu'au sud du Djebel Mahdid. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'encéphale de l'*Arctocyon Dueilii *et du* Pleuraspidotherium Aumonieri, *Mammifères de l'éocène inférieur des environs de Reims.* Note de M. **Lemoine**, présentée par M. A. Gaudry.

« La continuation de mes recherches paléontologiques dans les terrains éocènes inférieurs des environs de Reims m'a permis, dans ces derniers temps, d'étudier les empreintes cérébrales de deux Mammifères de la faune cernaysienne dont j'avais pu, d'autre part, reconstituer la presque totalité du squelette.

» L'un de ces Mammifères anciens, malgré la complexité des caractères de sa dentition, représente un type carnassier : c'est l'*Arctocyon Dueilii*; l'autre, le *Pleuraspidotherium Aumonieri*, semble offrir un mélange des caractères propres actuellement aux Marsupiaux, aux Pachydermes et aux Lémuriens.

» Ces empreintes cérébrales de Mammifères étant actuellement les plus anciennes que l'on connaisse, il peut y avoir un certain intérêt à les étudier comparativement avec les empreintes cérébrales des représentants actuels de la même classe des Vertébrés.

» Le caractère actuellement constant de l'encéphale des Mammifères adultes consiste dans le développement relatif des hémisphères cérébraux dont le diamètre est toujours bien supérieur à celui des tubercules quadrijumeaux, qu'ils recouvrent plus ou moins complètement. Or, chez l'Arctocyon et le Pleuraspidotherium, les tubercules quadrijumeaux paraissent avoir été complètement à découvert et avoir été peu inférieurs, comme diamètre, aux hémisphères cérébraux.

» C'est à peine si les hémisphères cérébraux ainsi réduits dans leurs dimensions l'emportent sur la même partie de l'encéphale de certains Reptiles actuels, comme la Tortue ou le Crocodile.

» Ce n'est guère que chez les embryons de Mammifères qu'on trouve des états analogues.

» Cette étude directe des empreintes cérébrales des Mammifères de la faune cernaysienne vient du reste confirmer les données fournies par les dimensions si restreintes de leur boîte cranienne et par l'absence de toute saillie au niveau de la région frontale.

» L'empreinte cérébrale de l'Arctocyon se trouve représentée dans son ensemble sur les divers fragments provenant d'un crâne de ce type mammalogique; mais la destruction de la table interne de la paroi cranienne en

certains points pouvait laisser quelque incertitude sur la conformation d'une partie des tubercules quadrijumeaux et sur les parties latérales du cervelet. Des notions certaines sur ces divers points sont fournies par un moulage interne de la boîte cranienne de l'Arctocyon de la Fère, que M. Gaudry a bien voulu mettre à ma disposition.

» Quant à l'empreinte cérébrale du Pleuraspidotherium, elle a pu être étudiée sur un crâne ouvert à cet effet.

» Les lobes olfactifs offraient, chez l'Arctocyon, un développement tout spécial, et ne différaient pas comme diamètre de la partie antérieure des hémisphères correspondants; de forme irrégulièrement quadrilatère, ils présentaient quelques traces de circonvolutions tout à fait comparables à ce que l'on trouve sur les hémisphères cérébraux. Leur face supérieure, assez régulièrement arrondie et obliquement dirigée en bas et en arrière, occupait un plan supérieur à celui de la même partie des hémisphères cérébraux. C'est là une disposition absolument inverse de celle que l'on trouve dans le cerveau du type mammifère actuel, où les lobes olfactifs, si développés qu'ils puissent être, sont toujours considérablement dominés par les masses des hémisphères cérébraux.

» Chez le Pleuraspidotherium, ces lobes olfactifs sont beaucoup plus grêles et plus allongés.

» Les hémisphères cérébraux, chez l'Arctocyon, sont aplatis, relativement courts et de forme irrégulièrement ovalaire, la grosse extrémité de l'oval se trouvant dirigée en arrière. En ce point, les extrémités correspondantes des hémisphères cérébraux tendent à s'écarter.

» Chez le Pleuraspidotherium, l'ovoïde constitué par les hémisphères cérébraux a son extrémité antérieure plus grêle et son extrémité postérieure relativement plus développée.

» La surface des hémisphères cérébraux, presque complètement lisse chez le Pleuraspidotherium, présente chez l'Arctocyon quelques rares circonvolutions, fort peu saillantes, il est vrai.

» Le cervelet, relativement court et peu saillant, rappelle, par le développement de son diamètre transversal, la même partie de l'encéphale des Marsupiaux.

» Lorsqu'on examine la base du crâne, on constate l'existence d'une selle turcique assez large, mais peu profonde, longée de chaque côté par deux gouttières longitudinales ou gouttières caverneuses. Quant à la gouttière basilaire correspondant à la protubérance annulaire et à l'origine du bulbe, elle est relativement lisse et peu excavée, ce qui semble indiquer

fort peu de saillie pour la protubérance. Les mêmes remarques sont applicables à la base du crâne du Pleuraspidotherium.

» Le sens de l'odorat devait être spécialement développé, à en juger par les dimensions des lobes olfactifs et d'une branche nerveuse importante qui, partant de ces lobes, devait aller se distribuer à la partie antérieure des fosses nasales.

» Le peu de volume des mêmes parties chez le Pleuraspidotherium semble indiquer un développement bien moindre de l'organe de l'odorat, conformation toute naturelle, puisqu'il ne s'agissait sans doute pas là d'un type carnassier.

» Les canaux de communication entre la cavité cranienne et la cavité orbito-temporale sont, chez l'Arctocyon, au nombre de deux : le trou du nerf optique et un trou ophthalmo-maxillaire correspondant à la fois à la fente sphénoïdale et au trou grand rond, d'où probablement une réduction relative des diverses branches nerveuses motrices du globe de l'œil, ainsi que de la branche ophthalmique de Willis et de la branche maxillaire supérieure du trijumeau.

» Cet orifice ophthalmo-maxillaire est sous-jacent aux apophyses clinoïdes antérieures.

» Les apophyses clinoïdes antérieures et postérieures se trouvent de chaque côté réunies par une dépression longitudinale, gouttière caverneuse des plus accentuées. Un canal creusé sous l'apophyse clinoïde postérieure semble pouvoir être assimilé au canal carotidien.

» Un troisième orifice, situé en dehors et en arrière de la gouttière, donnait peut-être passage à la branche maxillaire inférieure du trijumeau. Remarquons que la partie du crâne de l'Arctocyon qui correspond à la fois aux tubercules quadrijumeaux postérieurs et au cervelet se trouve avoir un diamètre transversal bien supérieur à celui de ces portions de l'encéphale, d'où une épaisseur toute spéciale de la paroi osseuse due à tout un système de lacunes séparées les unes des autres par des colonnettes osseuses diversement contournées et intercalées entre les deux tables osseuses.

» Ces lacunes devaient sans doute constituer un système de petits réservoirs veineux qui aboutissaient à un canal mastoïdien s'ouvrant en arrière et en dehors de l'oreille externe. »

M. Jurien de la Gravière, en présentant à l'Académie, au nom de

l'auteur, un volume intitulé « Traité d'Hydrographie », par M. *Germain*, s'exprime comme il suit :

« Recruté tout entier dans notre grande École nationale, dans cette École qui est une des gloires de la France, le corps des ingénieurs hydrographes de la marine a reçu de M. Beautems-Beaupré, le véritable fondateur de l'Hydrographie française, un précieux dépôt qu'il se montre à juste titre jaloux de garder. Il ne le garde cependant pas en avare, et nous le voyons constamment empressé à faire part de ses connaissances, de ses traditions, aux officiers de vaisseau qui veulent le seconder, ou même, dans certaines circonstances, le suppléer. M. Beautems-Beaupré le premier nous a révélé le secret du lever sous voiles, M. Dumoulin nous a communiqué les procédés dont il avait fait usage, pendant la grande et laborieuse campagne des corvettes *l'Astrolabe* et *la Zélée* dans les mers australes; M. Dortet de Tessan, notre regretté confrère, nous a entretenus des opérations mixtes dirigées par le commandant Bérard sur la côte encore hostile de l'Algérie; M. Bégat enfin nous a donné un traité complet de Géodésie à l'usage des marins.

» La publication du Traité d'Hydrographie de M. Germain et des Tables qui l'accompagnent ne peut que tendre à propager dans notre marine le goût des études hydrographiques. Sous ce rapport, elle rend à la Science un signalé service, car nous ne saurions oublier que c'est à cette heureuse tendance que nous devons les beaux travaux accomplis, depuis l'époque où le commandant Roussin reconnaissait la côte du Brésil, par le capitaine Bérard, le capitaine Mouchez, le capitaine Cloué et tant d'autres officiers qu'il serait trop long de nommer, car ils sont nombreux et ont laissé, dans la voie qu'ils ont tracée, de nombreux élèves et de nombreux successeurs. »

M. Lalanne, en présentant à l'Académie, au nom de l'auteur, un volume intitulé : « Théorie du mouvement en courbe sur les chemins de fer, avec ses applications à la voie et au matériel. — Nouvelle méthode ayant pour but d'assurer en courbe le roulement parfait des essieux », par M. *Léon Pochet*, s'exprime en ces termes :

« La théorie du mouvement des trains sur les courbes des chemins de fer a préoccupé les ingénieurs dès les premiers moments de l'introduction en France de ces voies nouvelles. Pour donner une idée de la difficulté que l'on rencontre dans l'étude d'un pareil sujet, il suffira de dire que, après

la publication d'un grand nombre de travaux consciencieux, on n'est encore arrivé qu'à formuler certaines règles, qui sont fondées en partie sur l'expérience, en partie sur les dispositions adoptées pour la pose des rails, pour la figure du boudin des bandages de roues, pour le jeu des essieux dans le sens longitudinal comme dans le sens transversal, etc. L'illustre Navier lui-même, qui avait traité le sujet *ex professo* dans les *Annales des Ponts et Chaussées* de 1834, ne tarda pas à reconnaître les erreurs qui s'étaient glissées dans son Mémoire; la mort l'a empêché de reprendre la question, comme il l'avait annoncé. L'absence de toute théorie accréditée est véritablement regrettable, et a produit des résultats assez singuliers, en ne permettant pas à l'administration d'introduire dans les cahiers des charges des chemins de fer français certaines stipulations relatives à l'établissement de la voie et du matériel roulant au point de vue de la circulation dans les courbes. Cette latitude laissée aux Compagnies, nécessaire d'ailleurs jusqu'à présent, a produit une très grande diversité dans les règles admises sur chaque réseau pour les éléments géométriques de la voie et du matériel. Un seul élément est demeuré uniforme : la conicité des bandages des roues fixée à $\frac{1}{20}$. Mais le diamètre des roues varie de $0^m,90$ à $1^m,10$; le jeu de la voie est très différent d'un réseau à un autre; le jeu transversal des essieux varie de 2^{mm} à 20^{mm}. Il y aurait pourtant grand intérêt à ce que les règles relatives aux éléments essentiels de la circulation en courbe fussent uniformes, car des échanges de matériel se font journellement d'un réseau à un autre, et la disparité des dispositions adoptées, tant pour la voie que pour le matériel, a de graves inconvénients et peut même occasionner des dangers.

» L'auteur émet le vœu que l'État, qui n'a pas moins de $14\,000^{km}$ à $15\,000^{km}$ de lignes nouvelles à construire dans l'espace de peu d'années, prenne l'initiative de fixer tout d'abord les éléments du *chemin de fer type*. Il espère que sa nouvelle théorie fournira les éléments de ce problème épineux. Quelle que soit la suite qui doive être donnée à ce vœu, le livre de M. Pochet marque une nouvelle étape de nature à appeler l'attention des ingénieurs, dans la série des travaux inaugurés par Navier, et poursuivis par MM. Dupuit, Reynard, Bordas, Collet, etc. »

M. **Deseubri** adresse, de Mayence, plusieurs Cartes postales relatives aux phénomènes météorologiques des 11, 12, 13, 14 et 15 avril 1882.

M. **Ch. Méo** adresse un Mémoire portant pour titre : « Formules servant à déterminer pour une année quelconque le nom du jour (de date donnée), le coefficient de l'épacte, la lettre dominicale, le nombre d'or, la date de la fête de Pâques ».

M. **Gutermann** adresse une Note intitulée : « Sur la solution des équations générales ».

M. **L. Hugo** adresse une Note intitulée : « Note sur les conditions mécaniques d'un système naturel ».

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1882.

Contribution à l'étude des propriétés du système nerveux. Des propriétés physiques d'une force particulière du corps humain (force neurique rayonnante) connue vulgairement sous le nom de magnétisme animal; *par* le D[r] Baréty. Paris, O. Doin et J. Lechevalier, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Etude sur les mucorinées. Thèse, par M. G. Bainier. Paris, Pichon et Cotillon, 1882; in-4°.

Sur la forme quadrilinéaire; par C. Le Paige. Turin, H. Loescher, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Sur la théorie des formes binaires à plusieurs séries de variables; par M. C. Le Paige. Bruxelles, imp. Hayez, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Ligue française de l'enseignement. Cercle parisien pour la propagande de l'instruction dans les départements. Compte rendu des travaux de l'année 1881; t. XIII. Paris, imp. Chaix, 1882; in-8°.

De la méthode ignée appliquée aux granulations du pharynx et du larynx; par le D[r] M. Krishaber. Paris, G. Masson, 1882; br. in-8°.

Memoirs of the american Academy of Arts and Sciences; Vol. XI, Part I. Cambridge, John Wilson, 1882; in-4°.

Imperial Observatorio do Rio de Janeiro. Instrucções para as Commissões brazileiras que tem de observar a passagem de Venus pelo disco do Sol em 5-6 *de decembro de* 1882, *organisadas por* L. CRULS. Rio de Janeiro, 1882; in-4°. (Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 AVRIL 1882.

Dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Traité d'hydrographie. Levé et construction des Cartes marines; par A. GERMAIN. Paris, Impr. nationale, 1882; 1 vol. in-8°, avec Tables. (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1881. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. V^e série, t. III, 1880. Lyon, Pitrat et H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

Le Monde physique; par AM. GUILLEMIN; IIe série, livr. 99 à 108. Paris, Hachette et Cie, 1882; grand in-8° illustré.

Théorie du mouvement en courbe sur les chemins de fer avec ses applications à la voie et au matériel; par M. L. POCHET. Paris, Dunod, 1882; in-8°. (Présenté par M. Lalanne.)

Atlas d'anatomie topographique du cerveau et des localisations cérébrales; par E. GAVOY. Paris, O. Doin, 1882; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

JACQUELAIN, *Mélanges scientifiques;* 2 vol. in-4° et in-8° reliés.

Congrès international de laryngologie; 1re session, Milan, septembre 1880. Compte rendu publié par CH. LABUS. Milan, P. Agnelli, 1882; grand in-8°.

L'Hypermégalie et la paralysie de la luette et leur influence sur la voix; var CH. LABUS. Milan, P. Agnelli, 1882; br. grand in-8°.

Catalogue des étoiles circumpolaires australes observées dans l'île de Sumatra par FR. HOUTMAN *en l'année* 1600; traduit du hollandais et publié par A. MARRE. Paris, imp. Gauthier-Villars, 1881; br. in-8°.

Le quaterne statiche nei sistemi di forma invariabile. Memoria di FR. SIACCI. Napoli, tipogr. de Rubertis, 1882; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 10 avril 1882.)

Page 1052, ligne 18, *au lieu de* déterminer, *lisez* diminuer.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AVRIL 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice*; par M. DE SAINT-VENANT.

« 9. Les formules et les tracés que nous avons donnés à nos articles des 3 et 10 avril (p. 904 et 1004) fournissent bien la loi des vitesses et de la marche des molécules de la masse fluide qui s'écoule du réservoir, si elle est indéfinie dans tous les sens au-dessus du plan de son fond.

» On peut toutefois réduire sa dimension en hauteur à une mesure limitée et constante : il suffit pour cela de supposer qu'il y ait, en haut, une affluence constamment égale à la dépense, et qui soit distribuée sur la surface fluide supérieure de manière que l'apport d'eau en chaque point ait lieu avec des vitesses dirigées suivant les lignes de jonction à l'orifice, et en raison inverse des carrés de ces lignes; puis de considérer ensuite que le mode d'apport sera sensiblement indifférent si la hauteur fluide, ainsi rendue constante, est très grande par rapport aux dimensions de l'orifice. Il en résulte que *ce qui précède peut être regardé comme donnant avec une très*

grande approximation, dans un large vase entretenu plein, la loi des mouvements pour toutes les parties qui ne sont pas proches des parois latérales.

» Or on peut aussi, sans changer les lois ci-dessus, introduire dans la masse fluide certaines parois verticales proches de l'orifice d'écoulement.

» Ainsi, vu que les molécules, dans cette masse d'eau indéfinie, se dirigent toutes vers l'orifice supposé petit, on n'altérera nullement leurs mouvements en y plongeant une cloison verticale polie et fort mince se projetant verticalement en AO (*fig.* 3) et horizontalement en A_1A_2, qui partage l'orifice OO′ en deux moitiés égales et symétriques O, O′. On aura ainsi la loi de l'écoulement de l'eau *par un orifice percé au pied d'une paroi de son vase,* pourvu que dans l'évaluation des grandeurs absolues des vitesses, soit du côté B_1, soit du côté B_2, on fasse entrer l'*appel,* à la fois, des deux moitiés de l'orifice. En effet, si le mouvement est lent, on peut admettre qu'une pareille paroi n'exerce sur le fluide [illegible]

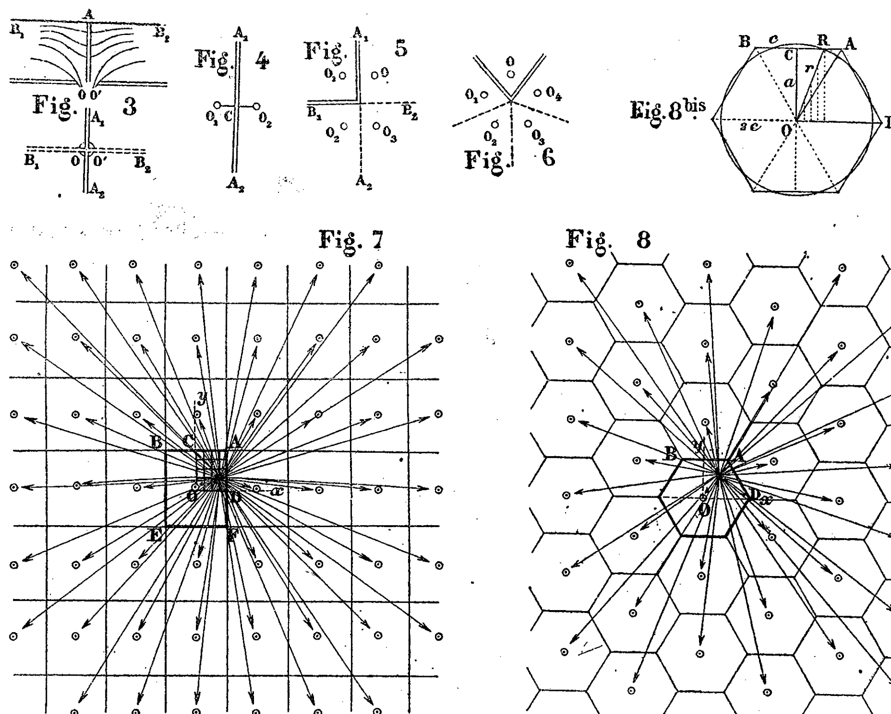
tardateur sensible, en sorte que tout se meut sensiblement comme si la cloison n'existait pas.

» On ne changera encore rien si (même *fig.* 3) l'on introduit, à angle droit sur A_1A_2, une autre cloison verticale plane et mince se projetant horizontalement en B_1B_2. On aura ainsi la loi de l'écoulement, auprès des parois, *par un orifice situé dans l'angle formé par deux parois rectangulaires, ou même obliques l'une à l'autre.*

» L'on obtiendra même la loi de l'écoulement par un orifice percé à une distance finie O_1C (*fig.* 4) d'une paroi verticale plane indéfinie se projetant horizontalement suivant la droite A_1A_2, si l'on suppose que le plan horizontal du fond se prolonge du côté opposé ainsi que la masse d'eau supposée s'écouler, aussi de ce côté-là, par un orifice égal O_2 placé au droit de O_1 à la même distance $CO_2 = CO_1$ de la paroi faisant alors cloison; car, si l'on suppose cette cloison retirée, l'écoulement s'opérera par les deux orifices en vertu de l'*appel* que chacun d'eux exercera sur les molécules fluides des deux côtés à la fois. Le calcul des composantes de vitesses suivant trois directions rectangulaires, dont deux parallèles à O_1O_2, A_1A_2, se fera, pour chaque point ou molécule de la masse fluide, en ajoutant ce qui vient des deux appels de O_1 et de O_2. Les surfaces d'égale vitesse ne seront plus des demi-sphères comme aux *fig.* 1 et 2, ni des quarts ou des huitièmes de sphère comme dans les cas de la *fig.* 3; mais on pourra toujours, à la suite d'un calcul de vitesses résultantes, tracer par points les coupes de ces surfaces, et en déduire des transformées quelconques.

» Il en sera de même si un orifice O_1 (*fig.* 5) se trouve à des distances

inégales des deux parois verticales indéfinies A_1, B_1 se coupant rectangulairement. Le mouvement sera le même que si le fond et la masse fluide étaient prolongés hors de leur angle dièdre, et s'il y avait trois autres orifices égaux O, O_2, O_3 symétriquement placés par rapport à ces parois et à leurs prolongements et qui fissent appel newtonien sur tout le fluide; car,



vu cette symétrie, le mouvement aura lieu dans l'angle des deux parois comme si leurs prolongements ponctués n'existaient pas.

» Il en serait de même encore si un orifice O (*fig.* 6) était percé à égale distance des deux parois verticales figurées, dont l'angle est supposé une partie aliquote de quatre angles droits : le mouvement aurait lieu comme sous l'appel de O et d'autres orifices O_1, O_2, O_3, O_4 placés de la même manière dans les autres angles dièdres égaux à celui-là.

» 10. Mais, ce qui est plus essentiel et utile, et ce qui peut se déduire d'autres remarques de M. Boussinesq (même t. XXIII, *Sav. étr.*, n° 202), ce même moyen permet d'obtenir la loi des vitesses dans des vases ou réservoirs *de dimensions horizontales finies*. On n'a pour cela qu'à prolonger leurs fonds en les supposant « percés comme un crible d'une infinité d'ouvertures disposées périodiquement », ou en multipliant à l'infini les ori-

fices fictifs extérieurs au vase, et à calculer, au moyen de séries qui seront convergentes, les effets composés des appels que tous ces orifices exerceront sur les éléments du fluide du vase donné.

» Soit d'abord (*fig.* 7) un vase ou réservoir à parois verticales ayant pour fond, percé à son centre O, le rectangle ABEF, de côtés $2a$ dans le sens x, $2b$ dans le sens y. Si l'on accole à ce fond, en nombre infini, des rectangles tous pareils, dont les centres, où sont les orifices fictifs, ont ainsi pour coordonnées, l'origine étant au centre de l'orifice O,

$$(21)\quad x = \pm 2a,\ \pm 4a, \ldots, \pm 2ma, \ldots;\quad y = \pm 2b,\ \pm 4b, \ldots, \pm 2nb, \ldots,$$

la vitesse d'une molécule du vase, ayant pour coordonnées x, y, z, telle qu'est celle dont divergent les droites se dirigeant vers tous les orifices et dont nous avons tracé les projections horizontales, cette vitesse, disons-nous, sera la résultante de vitesses dirigées tant sur le propre orifice du vase que sur tous les orifices extérieurs; vitesses composantes ayant des grandeurs inverses des carrés $(2ma - x)^2 + (2nb - y)^2 + (-z)^2$ des distances à ces divers orifices, et m, n ayant toutes les grandeurs entières de $-\infty$ à $+\infty$. Multipliant par les cosinus des angles que chacune de ces lignes fait avec les x, y, z, cosinus égaux à $2ma - x$, $2nb - y$, $-z$, divisés par sa longueur, on aura, K étant une constante, pour les trois composantes u, v, w suivant les x, les y, les z de la vitesse du point (x, y, z) du vase :

$$(22)\quad (u, v, w) = \mathrm{K} \sum_{m=-\infty}^{m=\infty} \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} \frac{2ma - x,\ 2nb - y,\ -z}{[(2ma - x)^2 + (2nb - y)^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

» Cette série algébrique double ne paraît pas sommable, et il est même inutile d'en chercher la somme, qui ne pourrait être que compliquée et dont le calcul serait plus long que celui de ses termes et leur addition. Mais elle est assez convergente pour pouvoir être bornée à un assez petit nombre de termes, car le dénominateur est de l'ordre des cubes des quantités qui figurent au numérateur. Un facile travail de calculateurs en fournira un nombre suffisant de valeurs particulières pour pouvoir tracer des courbes donnant les vitesses aux divers points, et des coupes de surfaces d'égale vitesse [comme sont (*fig.* 1 et 2) les demi-sphères du cas de masses fluides indéfinies].

» Il suffira évidemment, vu la symétrie, de faire le calcul pour les points du quart, seulement, de la base rectangulaire, où x et y sont positifs, et que nous avons quadrillé : il suffirait même, si les côtés $2a$, $2b$ étaient

égaux, de faire le calcul pour les points d'un seul des huit triangles rectangles qui en forment le demi-quart; et quinze de ces points, y compris les trois angles, seraient plus que suffisants à considérer pour chaque valeur de z.

» On peut, au reste, pour un vase à section horizontale rectangulaire, supposer l'orifice placé en tel point qu'on veut de son fond : il suffira, en lui accolant une infinité de vases fictifs et égaux, de placer, ce qui est toujours facile, leurs orifices, ou centres d'*appel*, dans des situations offrant de parfaites symétries par rapport aux divers côtés de leurs bases, en sorte qu'*aucune vitesse ne soit prise par les molécules fluides dans des directions perpendiculaires à ces côtés.*

» **11.** Un calcul analogue est possible pour une base en triangle équilatéral, en plaçant les orifices exclusivement aux centres.

» Mais il sera plus utile de le faire pour une base hexagonale régulière (*fig.* 8), car les résultats devront être sensiblement applicables, comme nous allons dire, aux points d'une base circulaire de même superficie. Soient $2c$ le côté ou demi-diagonale de l'hexagone, et $a = c\sqrt{3}$ son apothème; on aura les composantes suivantes de vitesse u, v, w en prenant une diagonale pour axe des x, et un apothème pour axe des y :

$$(23)\quad \left\{ \begin{aligned} u, v, w &= \mathrm{K} \sum_{m=-\infty}^{m=\infty} \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} \frac{6mc - x,\ 2na - y,\ -z}{[(6mc-x)^2 + (2na-y)^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}} \\ &+ \mathrm{K} \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{-\infty}^{\infty} \frac{3(2m+1)c - x,\ (2n+1)a - y,\ -z}{\{[3(2m+1)c - x]^2 + [(2n+1)a - y]^2 + z^2\}^{\frac{3}{2}}}. \end{aligned} \right.$$

» Il sera plus que suffisant, pour chaque valeur de z, de faire le calcul des vitesses en quinze points d'abscisses $x = 0, \frac{1}{4}c, \frac{2}{4}c, \frac{3}{4}c, c$, et d'ordonnées $y = 0, \frac{1}{4}a, \frac{2}{4}a, \frac{3}{4}a, a$, et appartenant ainsi à un seul des douze triangles rectangles de côtés c dans le sens x et a dans le sens y.

» Nous pensons même que pour avoir, avec une suffisante approximation, la loi des vitesses dans un vase à base circulaire, ce qui est le but des formules (23), on pourra se contenter de calculer (*fig.* 8 *bis*) ces formules pour *cinq* points du rayon

$$(24)\qquad \mathrm{OR} = r = c\sqrt{\frac{6\sqrt{3}}{\pi}} = 0{,}90939.2c$$

du cercle de même superficie que l'hexagone. Ces points, si l'on fait $\mathrm{CR} = \sqrt{r^2 - a^2} = 0{,}55435c = b$, ont pour coordonnées x et $y = 0$ et 0,

$\frac{1}{4}b$ et $\frac{1}{4}a$, $\frac{2}{4}b$ et $\frac{2}{4}a$, $\frac{3}{4}b$ et $\frac{3}{4}a$, b et a. Si l'on trouve pour le second, le troisième et le quatrième, à très peu près le rapport de v à u égal à celui de b à a, ce sera une preuve que cette méthode suffit pour avoir la loi des vitesses $\sqrt{u^2+v^2}$ dans le sens des rayons r du vase cylindrique. Sinon, on opérera le calcul pour les quinze points du triangle rectangle faisant le douzième de l'hexagone, et l'on en déduira très approximativement ce qui doit être relatif à tout plan méridien du cylindre.

» **12.** On voit qu'il est possible, avec des calculs faciles, d'obtenir une suite de résultats numériques donnant la solution du problème des vitesses moléculaires dans des vases de dimensions horizontales finies et de plusieurs formes, la dimension verticale étant indéfinie : par conséquent aussi, comme il a été dit au n° 9, si, cette troisième dimension étant finie, l'on suppose une affluence constante. Ces solutions renseigneront sur ce qui se passe dans de pareils écoulements, de manière à fournir des lumières sur ce qui a lieu lorsque la hauteur fluide est à la fois finie et variable comme dans le problème du vase qui se vide, problème exigeant, comme on a dit au n° **1**, pour être résolu, la connaissance approchée des rapports mutuels de vitesses dans son intérieur [1]. »

CHALEUR RAYONNANTE. — *Recherches sur la distribution de la chaleur dans la région obscure des spectres solaires;* par M. P. Desains.

« La transmissibilité de la chaleur solaire à travers l'eau éprouve de continuelles variations. Pour une même épaisseur d'atmosphère traversée, on voit, dans le courant d'une année, une même auge, contenant une couche d'eau de $0^m,008$ d'épaisseur, laisser passer cette chaleur en proportions qui varient de 0,82 à 0,58, et cela par des ciels bien purs; par certains temps brumeux, la transmissibilité tombe quelquefois au-dessous de 0,58.

» *A priori*, on conçoit que des variations de ce genre doivent tenir à des variations correspondantes dans la quantité de vapeur d'eau contenue dans la colonne atmosphérique totale traversée par les rayons. Du reste,

(1) Errata de ma Note du 10 avril :

Page 1006, ligne 5 en remontant, *au lieu de* au-dessous, *lisez* au-dessus.

Page 1007, ligne 4, *au lieu de* $=\frac{z^3}{a^3}$, *lisez* $=\frac{z^2}{a^3}$.

» ligne 6, form. (18), *au lieu de* $=\frac{z^3}{a^3}$, *lisez* $=\frac{z^3}{ax^2}$.

Page 1008, lignes 2 et 3, *au lieu de* $m^{\frac{2}{3}}$, *lisez* $m^{\frac{2}{5}}$.

des observations suivies depuis une quinzaine d'années m'ont souvent montré qu'un accroissement rapide dans la transmissibilité, mesurée par un ciel pur, précède souvent de quelques heures une apparition brusque de nuages abondants, ou même des pluies exceptionnelles quand ces transmissibilités atteignent 0,80 ou 0,82.

» La distribution de la chaleur dans le spectre solaire doit, comme la transmissibilité à travers l'eau, dépendre de la plus ou moins grande quantité d'eau dissoute dans l'atmosphère ([1]).

» Et, en effet, on sait que les radiations de la partie lumineuse du spectre jusqu'à la raie A sont très peu absorbables, tandis que les rayons obscurs le sont beaucoup, et cela dans une proportion qui, en général, croît rapidement avec la longueur d'onde. Pour voir quelle peut être la grandeur de ces influences, j'ai fait, depuis longtemps, un grand nombre d'observations sur la distribution de la chaleur dans les spectres solaires obscurs, en prenant soin de mesurer en même temps la transmissibilité de la chaleur solaire totale à travers une couche d'eau toujours la même.

» J'emploie dans ces mesures des prismes de flint, de sel gemme et de crown de 60° d'angle. Les indices de ces prismes ont été déterminés; et de plus, en se mettant au minimum de déviation pour la raie B, on a mesuré directement les distances angulaires de la raie D aux raies *c*, B, *a* et A; ces distances, exprimées en minutes, ont les valeurs suivantes :

	c-D.	B-D.	*a*-D.	A-D.
Flint..........	27	38	45	55
Crown	15	20	26	31
Sel...........	19	26	»	41

» Je citerai d'abord les résultats que j'ai obtenus avec le sel gemme. Le Tableau suivant indique les distances à la raie D des principaux minima et maxima d'intensités observés à différentes époques; ces minima et maxima seront désignés par leur numéro d'ordre. Les angles sont exprimés en minutes et fractions décimales de minute.

Observations.		1.	2.	3.	4.	5.
Antérieures à 1875....	Minima...	41,3	52,3	66,2	75,0	»
	Maxima...	»	»	»	»	»
4 et 5 septembre 1879.	Minima...	42,2	52,2	66,0	78,2	
	Maxima...	40,2	48,2	62,0	68,0	83,7
Mars et avril 1882....	Minima...	39,0	53,0	67,0	76,0	»
	Maxima...	36,0	49,0	63,0	73,0	88,0

([1]) Dans ses études sur les raies froides du spectre solaire, M. Lamanski (*Annales de Poggendorff*, t. CXLVI, 1872) s'occupe de l'influence que peuvent exercer sur le phénomène les variations qui surviennent dans la quantité de vapeur d'eau dissoute dans l'air.

» Ces observations indiquent que la position des bandes froides et celle des maxima se retrouvent toujours à très peu près les mêmes; mais il n'y a plus le même accord dans les valeurs relatives des intensités des maxima et minima successifs, surtout dans la région des grandes longueurs d'onde.

» En prenant pour unité l'intensité au rouge extrême, les intensités, en 1879, ont été trouvées :

Minima.......		1,45		1,5		1,6		1,2	
Maxima.......	1,5	»	1,6	»	1,9	»	1,65	»	1,3

En 1882 :

Minima......	»	1,14	»	1,45	»	1,6	»	1,6	»
Maxima......	14,3	»	1;6	»	1,9	»	1,8	»	1,85

» Les maxima de l'extrémité peu réfrangible sont beaucoup plus forts en 1882 qu'en 1879, et il est tout naturel d'attribuer la différence à la grande sécheresse de l'air au moment des observations.

» A l'époque où elles furent faites, la transmissibilité moyenne de la chaleur solaire totale à midi ne dépassait pas 0,63 en moyenne. Dans ces observations de 1882, les trois derniers maxima sont à peu près égaux et le spectre se termine à 18′ du dernier d'entre eux, ou environ à 80′ du rouge extrême. En septembre 1879, la fin du spectre se présente à la même place par rapport au dernier maximum et aussi par rapport au rouge obscur, mais comme, en septembre 1879, le dernier maximum était beaucoup moins intense que l'avant-dernier, et surtout que l'antépénultième, la chute finale semblait beaucoup moins rapide. En septembre 1880, il fut fait une série d'observations par un jour où la transmissibilité totale était à peu près la même qu'en avril 1882. Le dernier maximum se retrouva alors aussi intense que l'antépénultième, et la rapidité de la chute finale redevint aussi ce qu'elle était en avril 1882.

» Les minima et les maxima des spectres solaires formés avec un prisme de sel gemme paraissant, d'après les chiffres cités plus haut, occuper des positions déterminées, il était naturel de se demander quelles étaient les longueurs d'onde des rayons correspondants. Il m'a suffi, pour résoudre la question, de me reporter au travail que nous avons présenté à l'Académie, M. P. Curie et moi, en juin 1880. L'objet de ce Mémoire était la mesure directe des longueurs d'onde des rayons calorifiques obscurs qui, dans le spectre du sel gemme, sont à des distances connues de la raie D. A la seule inspection des Tableaux contenus dans ce Mémoire, on voit que la

longueur d'onde des rayons du deuxième maximum est très sensiblement $0^{mm},00096$; celle du troisième, $0^{mm},00113$; celle du dernier, $0^{mm},00164$. La fin du spectre obscur s'observe le plus souvent à 105′ de la raie D; les rayons correspondants ont une longueur d'onde sensiblement égale à 0,00300. L'origine du spectre obscur est entre C et B, mais très près de B, et le premier maximum est situé un peu avant A.

» Avec ces indications et les nombres donnés dans ce Mémoire, il est très facile d'abord de construire la courbe qui représente pour l'état atmosphérique déterminé la distribution de la chaleur dans le spectre obscur du sel gemme, et puis de partager ce spectre en cinq portions, limitées par des rayons de longueur d'onde connue et renfermant des quantités totales de chaleur dont les grandeurs relatives se calculent sans difficulté.

» Pour observer d'une façon régulière ces particularités du spectre solaire, il y a de l'avantage à employer des prismes que l'on puisse laisser en place. Ceux de flint et de crown se présentent naturellement. Je publierai prochainement les résultats de mesures faites en juillet dernier avec des prismes de cette espèce et dans des conditions atmosphériques semblables à celles qui se sont présentées au commencement du mois d'avril de cette année [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36m de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année* 1881; par MM. **Edm. Becquerel** et **Henri Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les Tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum d'Histoire naturelle, depuis le 1er décembre 1880 jusqu'au 1er décembre 1881 inclusivement, dans l'air, puis en terre à des profondeurs variables de 1m à 36m et dans les parties supérieures du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon pendant la même période de temps. Ce

(1) Je profite de cette Communication pour relever une erreur qui s'est glissée dans la transcription d'un Mémoire présenté à l'Académie le 12 février 1877, touchant les spectres obscurs. Dans ce Mémoire, ligne 11, il est écrit : « réduisait l'intensité à peu près *aux* trois quarts »; il faut lire : à peu près *des* trois quarts.

travail est la continuation des recherches entreprises au Muséum par Antoine-César Becquerel, il y a dix-neuf ans, à l'aide des appareils thermo-électriques qu'il a imaginés ([1]).

» Les moyennes trimestrielles et annnuelles, déduites des maxima et des minima, observées avec un thermométrographe ou avec un maximum Negretti et un minimum Rutherfort, indiquent une température moyenne assez élevée en été, et qui a donné à la moyenne annuelle une valeur un peu plus forte que la moyenne générale pour Paris. On a eu en effet :

	1879.		1880.		1881.	
	Thermo-métrogr.	Thermom. Negretti et Rutherfort.	Thermo-métrogr.	Thermom. Negretti et Rutherfort.	Thermo-métrogr.	Therm. Negretti et Rutherf.
Hiver (déc., janv., fév.)...	2,38	2,23	−0,44	−0,68	3,73	3,80
Printemps (mars, avr., mai)	8,92	8,97	11,68	11,75	10,82	10,84
Été (juin, juillet, août)...	18,05	18,05	18,90	18,84	19,40	19,26
Automne (sept., oct., nov.).	10,48	10,57	11,48	11,44	10,71	10,67
Année moyenne..........	9,96	9,96	10,40	10,34	11,16	11,14

» On voit que la moyenne de l'année 1881, 11°,15, comparée à celles des deux années précédentes, est plus forte et se rapproche de celles des années antérieures, de 1875 à 1878, qui avaient dépassé 11°.

» Les moyennes mensuelles et annuelles déduites des observations des thermomètres placés au nord à 10^m au-dessus du sol et de celles faites au haut d'un mât à 10^m au-dessus de ces dernières, ont donné, en moyenne annuelle, correction faite du déplacement des zéros thermométriques :

	1880.		1881.	
	Au haut du mât.	Au nord.	Au haut du mât.	Au nord.
6^h du matin.........	7,54	7,64	8,24	8,51
9^h du matin.........	9,80	10,04	10,79	10,96
3^h du soir...........	13,81	13,81	13,90	14,31
Moyenne............	10,38	10,49	10,98	11,26

» Les observations de température à diverses profondeurs dans la terre

([1]) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL, XLI et XLII. *Comptes rendus*, t, LXXXII, p. 587 et 700; t. LXXXVI, p. 122; t. LXXXIX, p. 207; t. XC, p. 578, et t. XCII, p. 1253.

par les méthodes thermo-électriques ont présenté, comme l'année dernière ([1]), des perturbations dues au déplacement de l'extrémité extérieure des câbles qui ont dû être fixés dans un autre local que celui où avaient eu lieu les premières déterminations. En attendant que les causes perturbatrices puissent être supprimées, ce qui aura lieu prochainement, les nombres obtenus ont pu être corrigés de façon à donner la valeur réelle de la température à diverses profondeurs. On a eu pour la moyenne annuelle en 1881 :

Profondeur.	Moyenne annuelle observée.	Moyenne annuelle corrigée.	Moyenne annuelle des 14 années antérieures.
m	o	o	o
1	11,01	11,18	11,25
2	10,44	11,61	»
6	11,48	11,65	11,91
11	11,82	11,99	12,01
16	11,99	12,16	12,10
21	12,06	12,23	12,13
26	12,18	12,35	12,38
31	12,14	12,31	12,34
36	12,27	12,44	12,44

» A 16^m et à 26^m se trouvent les deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine et qui modifient la loi d'augmentation de température avec la profondeur; l'année passée, cet effet était surtout bien sensible à 16^m; cette année, c'est à 26^m que les eaux souterraines ont élevé davantage la température des couches de terre adjacentes, en raison d'une température moyenne extérieure plus élevée au moment de leur infiltration.

» Le Mémoire renferme ensuite les résultats des observations faites sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variables de $0^m,05$ à $0^m,60$, le matin et le soir, chaque jour de l'année. On donne ici seulement les moyennes annuelles des températures sous les deux sols aux diverses profondeurs :

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1253.

SOLS DIVERS.		Température moyenne mensuelle à 6h matin.					Température moyenne mensuelle à 3h soir.					Température moyenne mensuelle.				
		0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60
Décembre 1880.	Sol gazonné	6,45	6,47	6,54	6,72	6,99	6,60	6,52	6,53	6,62	7,14	6,52	6,49	6,53	6,67	7,06
	Sol dénudé	6,04	6,18	6,33	6,62	7,01	6,96	6,71	6,28	6,37	6,97	6,50	6,44	6,30	6,49	6,99
	Différence	0,41	0,29	0,21	0,10	-0,02	-0,36	-0,19	0,25	0,25	0,17	0,02	0,05	0,23	0,18	0,07
Janvier 1881.	Sol gazonné	0,06	0,52	0,92	1,68	2,21	0,59	0,96	1,50	2,05	3,65	0,32	0,74	1,21	1,86	2,93
	Sol dénudé	-1,47	-0,99	-0,50	0,27	1,86	-1,03	-1,00	-0,72	0,28	2,21	-1,25	-0,99	-0,61	0,27	2,03
	Différence	1,53	1,51	1,42	1,41	0,35	1,62	1,96	2,22	1,77	1,44	1,57	1,73	1,82	1,59	0,90
Février 1881.	Sol gazonné	2,60	2,75	2,84	3,02	3,19	2,96	2,83	2,73	2,95	3,16	2,78	2,79	2,78	2,98	3,17
	Sol dénudé	2,80	2,67	2,42	2,76	3,04	4,48	3,33	2,77	2,54	2,81	3,64	3,00	2,59	2,65	2,92
	Différence	-0,20	0,08	0,42	0,26	0,15	-1,52	-0,50	-0,04	0,41	0,35	-0,86	-0,21	0,19	0,33	0,25
Mars 1881.	Sol gazonné	6,09	6,16	6,21	6,15	5,93	7,13	6,64	6,28	6,30	6,08	6,61	6,40	6,24	6,22	6,00
	Sol dénudé	5,41	5,51	5,63	5,95	6,25	9,40	7,98	6,67	5,99	6,10	7,40	6,74	6,15	5,97	6,17
	Différence	0,68	0,65	0,58	0,20	-0,32	-2,27	-1,34	-0,39	0,31	-0,02	-0,79	-0,34	0,09	0,25	-0,17
Avril 1881.	Sol gazonné	8,26	8,48	8,56	8,56	8,47	10,72	9,99	9,47	9,32	8,97	9,49	9,23	9,01	8,94	8,72
	Sol dénudé	7,31	7,71	7,72	8,74	8,68	13,53	11,94	10,22	9,41	8,86	10,42	9,82	8,97	9,07	8,77
	Différence	0,95	0,77	0,84	-0,18	-0,21	-2,81	-1,95	-0,75	-0,09	0,11	-0,93	-0,59	0,04	-0,13	-0,05
Mai 1881.	Sol gazonné	12,12	12,45	12,40	12,39	12,06	16,52	15,03	13,79	13,54	12,68	14,32	13,74	13,09	12,96	12,37
	Sol dénudé	11,18	11,73	10,93	12,60	12,30	19,87	17,40	15,50	13,72	12,57	15,52	14,56	13,21	13,16	12,43
	Différence	0,94	0,72	1,47	-0,21	-0,24	-3,35	-2,37	-1,71	-0,18	0,11	-1,20	-0,82	-0,12	-0,20	-0,06
Juin 1881.	Sol gazonné	16,57	17,01	16,97	17,04	16,47	20,69	19,23	18,19	17,57	16,66	18,18	18,12	17,63	17,30	16,56
	Sol dénudé	14,76	15,61	16,15	16,96	16,48	23,37	21,03	18,98	17,43	16,59	19,06	18,32	17,61	17,19	16,53
	Différence	1,81	1,40	0,82	0,18	-0,01	-2,68	-1,80	-0,79	0,14	0,07	-0,88	-0,20	0,02	0,11	0,03
Juillet 1881.	Sol gazonné	20,21	20,35	21,02	20,99	20,42	24,51	22,78	21,64	21,32	20,42	22,36	21,56	21,33	21,15	20,42
	Sol dénudé	18,80	19,66	19,66	21,15	20,39	27,55	24,99	22,64	21,43	20,49	23,17	22,32	21,15	21,29	20,44
	Différence	1,41	0,69	1,36	-0,16	0,03	-3,04	-2,21	-1,00	-0,11	-0,07	-0,81	-0,76	0,18	-0,14	0,02
Août 1881.	Sol gazonné	17,73	18,19	18,52	18,80	18,89	20,53	19,03	19,50	19,52	19,42	19,13	18,61	19,01	19,16	19,54
	Sol dénudé	15,36	16,32	16,87	17,71	17,98	21,66	20,05	18,95	18,07	18,28	18,51	18,18	17,91	17,89	18,13
	Différence	2,37	1,87	1,65	1,09	0,91	-1,13	-1,02	0,55	0,45	1,14	0,62	0,43	-1,10	1,27	1,02
Septembre 1881.	Sol gazonné	15,06	15,49	15,89	16,14	16,25	16,86	16,55	16,56	16,62	16,83	15,96	16,02	16,22	16,38	16,54
	Sol dénudé	12,85	13,56	14,51	15,07	15,42	17,62	16,60	16,16	15,36	15,79	15,23	15,08	15,33	15,21	15,60
	Différence	2,21	1,93	1,38	1,07	0,83	-0,70	-0,05	0,40	1,26	1,04	0,73	0,94	0,89	1,17	0,94
Octobre 1881.	Sol gazonné	8,13	8,71	9,07	9,60	10,71	10,44	10,52	10,97	11,47	12,32	9,28	9,61	10,02	10,53	11,51
	Sol dénudé	6,30	6,87	7,48	8,33	9,62	9,54	9,67	9,89	9,84	10,76	7,92	8,27	8,63	9,08	10,19
	Différence	1,83	1,84	1,59	1,27	1,09	0,90	0,85	1,08	1,63	1,56	1,36	1,34	1,39	1,45	1,32
Novembre 1881.	Sol gazonné	6,58	6,82	7,04	9,29	7,72	7,70	7,59	7,73	7,96	8,52	7,14	7,20	7,38	7,62	8,12
	Sol dénudé	5,68	5,93	5,91	6,74	7,21	7,89	7,42	7,46	7,10	7,78	6,78	6,67	6,68	6,92	7,49
	Différence	0,90	0,89	1,13	0,55	0,51	-0,19	0,17	0,27	0,86	0,74	0,36	0,53	0,70	0,70	0,63
ANNÉE moyenne.	Sol gazonné	9,99	10,28	10,50	10,70	10,78	12,10	11,47	11,24	11,27	11,32	11,04	10,88	10,87	10,99	11,05
	Sol dénudé	8,75	9,25	9,43	10,24	10,52	13,41	12,18	11,23	10,63	10,77	11,08	10,72	10,33	10,44	10,65
	Différence	1,24	1,05	1,07	0,46	0,26	-1,31	-0,71	0,01	0,64	0,55	-0,04	0,16	0,54	0,55	0,40

» Ces Tableaux, comme ceux des années précédentes, montrent que la marche de la température s'est effectuée en moyenne d'une manière à peu près semblable. A $0^m,05$ de profondeur, à 6^h du matin, la moyenne de chaque mois est plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, sauf en février où l'inverse a eu lieu. A 3^h du soir, à la même profondeur de $0^m,05$, c'est l'inverse que l'on observe, excepté en octobre, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température, variant en moyenne de $0^\circ,19$ à $3^\circ,55$ sur la température observée sous le sol gazonné. En moyenne mensuelle, les excès se sont compensés à 6^h du matin et à 3^h du soir, car il n'y a eu que $0^\circ,04$ de différence entre les deux températures annuelles, qui n'ont différé environ que de $0^\circ,1$ de la température moyenne annuelle dans l'air.

» A partir de $0^m,10$ jusqu'à $0^m,60$ de profondeur, en moyenne générale, la température a été plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les quarantaines à Suez.* Note de M. DE LESSEPS.

« Je ne viens pas répondre au *Mémoire* que M. Fauvel a lu dans la dernière séance : c'est à la Commission qu'il appartient de se prononcer sur les documents communiqués. L'Académie me permettra cependant de constater l'accord qui existe entre M. le Dr Fauvel et moi relativement au but à atteindre.

» Je suis loin de méconnaître la compétence technique de M. Fauvel; je veux croire qu'il acceptera, de son côté, la réalité des faits qui viennent de se passer sous mes yeux en Égypte, et que des documents viendront, d'ailleurs, établir devant la Commission.

« J'ai la confiance, a écrit M. Fauvel, que le créateur du canal de Suez viendra à reconnaître que les institutions qu'il combat aujourd'hui ne ressemblent pas à celles qu'il combattait autrefois, et que, tout en préservant la santé publique, elles ne menacent en rien les intérêts de son œuvre, ni ceux du commerce dans la Méditerranée, ni ceux des paquebots venant de l'extrême Orient. »

» Je suis obligé de reconnaître et de déclarer, avec l'appui de documents nombreux, que les mesures quarantenaires dernièrement appliquées ont fait, inutilement au point de vue de la santé publique, un tort *considérable* au commerce dans la Méditerranée, aux paquebots venant de l'extrême Orient.

» Une députation d'armateurs a dû dénoncer au Gouvernement britannique les conséquences désastreuses pour le commerce des mesures appliquées, et je n'oserai pas répéter, dans cette enceinte, les termes violents dont se sont servis les armateurs en cette circonstance pour qualifier les agissements de la Commission internationale d'Alexandrie.

» Il me suffira de vous dire que la moyenne de durée du transit des navires, qui était ordinairement de trente-neuf heures, s'est élevée, pendant la période quarantenaire, à soixante-sept heures. (Des navires postaux ont mis jusqu'à cent soixante-quatre heures pour passer le canal.)

» Outre les dépenses considérables qui résultent de tels retards, il faut signaler l'impossibilité où se sont trouvés de nombreux navires d'arriver au port de chargement dans les délais d'engagement.

» Les paquebots, écrit M. Fauvel, éprouvaient une gêne dans leur opéra-
» tion en Égypte, et, en tout cas, un très léger retard dans leur voyage. »

» Ce léger retard a été, en réalité, un retard tel que des armateurs, par annonce publique, ont fait savoir à leurs clients que si la Commission sanitaire maintenait ses errements, les navires reprendraient momentanément la route du cap de Bonne-Espérance.

» M. Fauvel semble croire que ces empêchements ne furent opposés qu'aux navires infectés. « En résumé, dit-il, pour nous, facilités aussi grandes
» que possible quand le navire est reconnu réellement sain; mesures sé-
» rieuses contre tout navire infecté. »

» La vérité est que la Commission sanitaire ne faisait aucune différence, qu'elle traitait tous les navires arrivant à Suez comme s'ils étaient infectés, ne permettant pas aux pilotes de la Compagnie de monter à bord des navires pour diriger leur transit d'une mer à l'autre, pendant que les gardiens, eux, montaient librement à bord.

« Voilà, en peu de mots, dit M. Fauvel, toute l'économie du système de défense préconisé par la Conférence contre l'invasion du choléra en Europe par la voie maritime... Prenant pour bons les faits acquis par l'expérience, à savoir *que toutes les provenances des Indes n'étaient pas également susceptibles d'importer le choléra en Égypte, elle établit la nécessité d'une très grande différence entre les paquebots postaux ou autres, qui viennent à Suez* ET N'Y AVAIENT JAMAIS IMPORTÉ LE CHOLÉRA, paquebots qui arrivent dans des conditions excellentes d'hygiène, avec un médecin responsable à bord, et les navires à pèlerins qui naviguent, au contraire, dans de mauvaises conditions de salubrité, et elle admit que ces deux catégories de navires devaient être soumises à des précautions différentes. »

» Voilà ce qui, en réalité, n'a pas été appliqué, ne s'applique pas : que les navires arrivant de l'Inde se soient présentés en suspicion ou non, avec

ou sans médecin à bord, avec ou sans passagers, après s'être assainis, dans tous les cas, par la traversée de toute la mer Rouge, aucune différence n'était admise, tous furent déclarés comme transitant en quarantaine, avec *l'interdiction de recevoir un pilote à bord,* ce qui équivaut presque à *l'interdiction de naviguer dans le canal.* Et, en effet, les documents qui seront transmis à la Commission montreront la quantité des échouages, les accidents ayant résulté de cette interdiction de recevoir un pilote à bord.

» Les principes exposés par M. le Dr Fauvel sont les miens, et je ne réclame que leur application raisonnée, simple; je ne m'élève, je ne me suis élevé que contre l'arbitraire qui a présidé à l'exécution des mesures quarantenaires dernièrement appliquées en Égypte, mesures vexatoires, ruineuses et inutiles.

» Il suffit d'avoir traversé l'Égypte pour savoir exactement comment s'appliquent les mesures quarantenaires, malgré le zèle et le dévouement des médecins distingués qui sont à la tête du service. M. Fauvel ne l'ignore certainement pas, et il me suffira de lui signaler l'annexe au procès-verbal n° 29 de la conférence de Constantinople (Chap. III, *Question du privilège,* p. 37), où il est question du « scrupule des quarantenaires en Égypte » et des « tentations » auxquelles le « sentiment du devoir » ne résiste pas, en Orient, « chez les employés subalternes ».

» En résumé, il n'est pas possible que tout le commerce entre l'Occident et l'Orient soit entravé, ruiné en partie, par l'application arbitraire de mesures quarantenaires absolument contradictoires avec les principes admis, et que M. Fauvel a si bien résumés; c'est pourquoi j'ai demandé, purement et simplement, la nomination d'une Commission dont les conclusions *permettraient au gouvernement français d'entamer sur ce sujet important des négociations avec les gouvernements étrangers.*

» M. Fauvel disait :

» Il n'est pas impossible de prévoir le jour où, par la force irrésistible qui tend à multiplier les relations internationales, les quarantaines proprement dites disparaîtront et feront place, grâce aux progrès de l'hygiène, aux mesures d'un autre ordre.

» Je ne demande pas la suppression des quarantaines, je ne réclame, pour le moment, dans l'intérêt du commerce universel, que l'application régulière, sérieuse, obligatoire des principes admis. J'ai formulé ainsi ce progrès :

« Il serait difficile, avec les préjugés dominant actuellement, de faire accepter l'abolition complète des quarantaines; mais lorsque les patentes sont nettes, et que l'équipage et les

passagers n'inspirent aucune crainte, il n'est pas admissible de les retenir comme on l'a fait cette année à Suez. A l'avenir, si l'on a des soupçons, une simple observation de vingt-quatre heures serait suffisante pour constater l'absence de maladies contagieuses à bord des navires. »

» J'ajoute, enfin, qu'il est indispensable de laisser monter à bord des navires passant le canal de Suez, c'est-à-dire un détroit, les pilotes indispensables à la bonne marche du navire. La présence d'un gardien sanitaire à bord paraissant être une garantie suffisante pour interdire toute communication de contact entre le pilote et le personnel du bord, nous avons réclamé pendant deux mois à ce sujet, et nous avons même doublé le personnel de nos pilotes pour leur permettre de faire à Port-Saïd une quarantaine d'observation après le trajet du canal. La résistance de la Commission sanitaire n'a cessé que la veille du jour où elle a levé toutes les quarantaines, après nous avoir fait faire les dépenses de l'augmentation du nombre des pilotes et de leur installation à Port-Saïd pour y subir une séquestration à laquelle n'étaient point astreints les gardes de santé indigènes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« On est souvent conduit à séparer la galline de certains autres oxydes au moyen des carbonates de baryte ou de chaux employés à froid. Avec le carbonate de baryte, il y a précipitation de quantités sensibles d'oxyde de zinc; la baryte s'élimine du moins facilement par l'acide sulfurique. Quant au carbonate de chaux, il précipite un peu moins de ZnO, mais l'enlèvement du calcium exige des opérations qui compliquent le procédé et le rendent un peu moins sensible.

» Les carbonates alcalino-terreux sont avantageusement remplacés par l'hydrate cuivrique qui précipite encore plus complètement Ga^2O^3 et n'entraîne pas l'oxyde de zinc. Le cuivre est ensuite aisément éliminé par l'hydrogène sulfuré; il faut seulement que la liqueur soit très acide, afin d'éviter l'insolubilisation du gallium par le sulfure de cuivre. Le traitement par l'hydrate cuivrique s'opère à chaud, et on filtre au bout de quelques minutes. $\frac{1}{6}$ de milligramme de gallium, dilué dans un litre de liquide riche en zinc, se retrouve sans perte notable; la sensibilité de la réaction est donc encore loin d'être épuisée; cela permet de répéter sans inconvénient l'opération deux ou trois fois, afin d'enlever les dernières traces de zinc et autres substances échappées aux lavages.

» Le protoxyde de cuivre précipite également bien Ga^2O^3 et le sépare aussi nettement de ZnO, ainsi que du protoxyde de fer. On réduit d'abord par l'ébullition en présence de cuivre métallique divisé, on ajoute un petit excès de protoxyde de cuivre, et, au bout d'une ou deux minutes, on filtre rapidement. Il est pratiquement difficile d'éviter la peroxydation d'un peu de fer pendant la filtration; le traitement devra donc être répété plusieurs fois, ce qui ne cause pas une perte appréciable de gallium, car la sensibilité du procédé n'est pas moindre avec le protoxyde de cuivre qu'avec l'hydrate de bioxyde.

» Le protoxyde de cuivre, préparé au moyen du glucose et du tartrate cupropotassique, convient très bien, qu'il soit jaune ou rouge, mais il doit être lavé *très complètement* afin d'en séparer les dernières traces de matière organique.

» Je pense que l'emploi de l'oxyde cuivrique offrira certains avantages sur celui des carbonates alcalinoterreux dans plusieurs des cas où ces sels servent à séparer l'alumine et les autres oxydes supérieurs d'avec les protoxydes. L'action combinée du cuivre et de son protoxyde me paraît également devoir être utile dans l'analyse des mélanges de Al^2O^3 et de Fe^2O^3.

» Je profite de cette occasion pour rectifier, ou du moins pour compléter ce que j'ai dit autrefois de l'action du cadmium métallique pur sur le chlorure de gallium; je n'avais pas alors observé de précipitation de Ga^2O^3 (en opérant sur du $ZnCl^2$ mêlé de Ga^2Cl^6); cependant elle se produit, bien qu'avec difficulté, après une ébullition prolongée. La réaction ne semble pas être complète, car une lame de zinc, placée dans la liqueur filtrée, en sépare encore des traces assez notables de galline. »

M. R. **Clausius** fait hommage à l'Académie d'une brochure relative aux différents systèmes d'unités adoptés en Électricité et en Magnétisme.

« Ce Mémoire, écrit M. Clausius, traite des formules qui représentent les unités des différentes quantités et les rapports qui existent entre les unités électrostatiques et électrodynamiques. Je fais voir qu'il existe une erreur dans les formules de Maxwell, qui sont généralement adoptées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Bussy*. Cette Com-

mission doit comprendre le Président de l'Académie, deux Membres appartenant aux Sections de Sciences mathématiques, deux Membres appartenant aux Sections de Sciences physiques et deux Membres libres.

MM. Phillips, Rolland, Dumas, Chevreul, Larrey et de Lesseps, réunissant la majorité des suffrages, feront partie de cette Commission, qui sera présidée par M. Jamin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Physiologie expérimentale) : MM. Vulpian, Marey, Gosselin, P. Bert et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H.-Milne Edwards et Bouley.

Prix Gay : MM. Hébert, H.-Milne Edwards, Daubrée, Fouqué et Gaudry réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Perrier.

Prix Montyon (Arts insalubres) : MM. Boussingault, Dumas, Chevreul, Peligot et Wurtz réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Fremy et Rolland.

Prix Cuvier : MM. H.-Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Daubrée et Fouqué réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Alph.-Milne Edwards et Des Cloizeaux.

Prix Trémont : MM. Dumas, Bertrand, Tresca, Rolland et Jamin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Breguet et Wurtz.

RAPPORTS.

HYGIÈNE. — *Rapport sur un Mémoire relatif aux propriétés hygiéniques et économiques du maïs, par* M. Fua.

(Commissaires : MM. Bouillaud, Bouley, et Chatin, rapporteur.)

« M. Fua, bien connu du monde agricole par des études qui l'ont conduit à obtenir, par des sélections intelligentes, une grosse race de maïs

précoce qu'on peut aujourd'hui substituer, dans les régions du Centre et même du Nord, au petit maïs quarantain, traite, dans le Mémoire dont nous venons rendre compte, des qualités alimentaires et hygiéniques du maïs.

» Comme aliment, on sait que la composition chimique du maïs lui assure un rang spécial parmi les céréales. Riche en fécule, un peu moins azoté que le blé, il l'est deux fois plus que le riz, et l'emporte sur toutes les céréales par la grande proportion des matières grasses. Il est donc à la fois bon aliment de combustion et d'alimentation, en même temps qu'il est un aliment d'engraissement tout exceptionnel.

» Les qualités diverses du maïs expliquent, en même temps qu'elles le justifient pleinement, le rôle important qu'il joue dans l'alimentation d'un grand nombre de peuples, dans l'Orient, le centre de l'Afrique, la Hongrie, la Lombardo-Vénétie, sans parler de l'Amérique, qui l'a donné à l'ancien monde.

» Ici se présente cette appréciation du maïs, par M. Dumas :

« Considéré sous le rapport économique, le maïs, d'après sa composition, se place donc au premier rang des céréales. En effet, outre la proportion de matière azotée, presque égale à celle des grains qui en renferment le plus, l'huile douce comestible qu'il contient en proportion si forte ajoute à ses propriétés alimentaires. De sorte que très peu de productions naturelles réunissent mieux que le maïs les principes nécessaires à la nutrition des hommes et des animaux. » (Dumas, *Mémoires de Chimie*, p. 35.)

» Je viens d'emprunter une citation à notre très éminent secrétaire perpétuel, je ne puis résister au désir d'en rapprocher quelques lignes empruntées au livre de M. Payen, ancien membre de cette Académie, et d'une si grande compétence dans les questions d'hygiène alimentaire :

« En résumé, la farine de maïs renferme, à très peu près, la même quantité de matière azotée que la farine des blés tendres, mais elle contient quatre fois plus de matière grasse, et en somme $\frac{1}{10}$ de plus de carbone. Elle est donc plus riche en aliments respiratoires et presque aussi abondante en aliments plastiques ou azotés. Bien préparée en bouillie, à l'eau, au bouillon, au lait, elle fournit une alimentation salubre et peut être classée parmi les rations alimentaires agréables et très généralement d'une digestion facile. On a souvent attribué à l'usage du maïs certaines maladies locales; mais ce n'était là qu'une coïncidence, car en beaucoup d'autres endroits, où la consommation du maïs est aussi générale, la population n'est affectée d'aucune maladie spéciale. » (Payen, *Des substances alimentaires*.)

» Le maïs, aliment recherché pour l'homme, l'est aussi pour les animaux. On sait quelle grande place il a prise depuis un certain nombre d'années, par les importations américaines chaque jour croissantes, en Angleterre, en Allemagne et en France, à Paris, notamment dans la grande

Administration des omnibus, où les chevaux se comptent par 10000, pour la nourriture de ceux-ci. Moins excitant que l'avoine, mais plus propre que celle-ci à l'entretien des forces en raison de son principe gras, il lui est substitué avec avantage pour une part des rations.

» Puisque nous avons fait quelques citations, il y aurait injustice envers Parmentier à ne pas lui emprunter au moins les quelques lignes suivantes :

« Mon dessein, dit-il, n'est pas d'étaler sur la table des riches l'abondance des mets, mais bien d'offrir une ressource à la classe indigente.

» La nourriture du pauvre est l'objet de mes sollicitudes ; mon vœu, c'est d'en améliorer la qualité et d'en diminuer le prix.

» Français, qui aimez votre patrie, cultivez le maïs dans les cantons où la nature du sol et la température du climat ne s'opposent pas à sa végétation.

» C'est le grain qui produit le plus de nourriture à l'homme et aux animaux [1]. S'il exige quelques travaux de plus que les autres graminées, ces travaux ne sont perdus ni pour la plante qui en est l'objet, ni pour l'agronome qui s'y livre. Une récolte passable en maïs vaut mieux que la plus riche en avoine ou en sarrasin.

» Puisse-t-il remplacer un jour les plantes que je viens de citer ! Ce sera un nouveau service que les sciences auront rendu à la France et à l'humanité. »

» Mais ce sont là aujourd'hui lieux communs. Aussi est-il inutile de corroborer, avec M. Fua, la thèse du maïs excellent aliment par les témoignages de François de Neufchâteau, de Rumfort, de Lelieur, de Mathieu de Dombasle, etc.

» On a accusé, et nous y viendrons tout à l'heure, le maïs d'être cause de graves maladies. Par contre, au rapport de Lelieur, il aurait, en dehors de ses attributs alimentaires proprement dits, d'autres et bien précieuses qualités. C'est ainsi qu'en Amérique les individus condamnés à la prison et nourris de maïs verraient leurs mœurs si adoucies par cet aliment bienfaisant, qu'on ne compterait presque jamais parmi eux de récidivistes. Il est bien à craindre qu'en quittant sa patrie américaine le maïs n'y ait laissé la vertu de changer les caractères.

» Ne dit-on pas encore qu'en Amérique la gravelle et l'épilepsie sont inconnues des populations qui se nourrissent de maïs, que la phthisie aussi y serait rare ?

» Plus fondé a semblé être le reproche fait au maïs de causer la hideuse maladie connue sous le nom de *pellagre ;* mais M. Fua, s'appuyant des

---

[1] Mathieu de Dombasle estime que le maïs donne, dans les terres de fertilité moyenne, de 20^{hlit} à 25^{hlit} par hectare, soit un tiers de plus que le froment.

recherches et opinions de MM. Th. Roussel, Costallat, Laudouzy, Behier, Cesare Lombroso, Francisco Dupré, etc., n'a pas de peine à montrer que le maïs est, par lui-même, étranger aux méfaits dont on l'avait à tort accusé, ces derniers devant être mis au compte de champignons parasites, notamment du complexe *verdet* ou *verderame* (*Aspergilli, Penicillii species*), ou tout au moins des altérations que subit le grain envahi par les mucédinées. La spécificité de la pellagre, depuis longtemps admise par M. Roussel, trouve d'ailleurs un appui très sérieux dans les recherches chimiques de MM. Lombroso et Dupré (*Indagini chimiche, fisiologiche e terapeutiche sul maïs guasto*, 1872), qui ont retiré du verdet détaché du maïs trois principes immédiats, dont deux ayant de grands rapports avec ceux que contient l'ergot du seigle, savoir : une *huile* colorée en *rouge* et une *substance toxique* neutre dont l'action vénéneuse est fort semblable à celle de l'ergotine.

» Ajoutons que MM. Zenoni et Brugnatelli ont plus récemment extrait du maïs altéré un alcaloïde auquel ils attribuent des propriétés toxiques énergiques.

» Que si la pellagre, dite aussi *mal de misère*, apparaît le plus souvent dans les familles pauvres, ce serait que, indépendamment de la moindre résistance opposée par des organismes déjà affaiblis, ce sont les populations pauvres qui consomment, en raison de son plus bas prix, le maïs *guasto*.

» Le Dr Costallat, de Bigorre, a d'ailleurs relevé ce fait, que la pellagre a disparu des contrées où les habitants, suivant son conseil, passent au four le maïs pour lui faire perdre une certaine quantité d'eau, ce qui le met, pour un temps, à l'abri de toute invasion du verdet.

» Nous pouvons donc dire, avec le professeur Gubler, dans un Rapport à l'Académie de Médecine :

« Hâtons-nous d'ajouter que cette excellente céréale n'a aucun effet fâcheux par elle-même, et qu'il serait aussi injuste de l'incriminer quand elle est de bonne qualité, que de mettre sur le compte du seigle parfaitement sain les épidémies d'ergotisme gangréneux observées chez les populations accidentellement nourries de seigle envahi par l'ergot. »

» Ainsi donc, et c'est là ce que M. Fua met en pleine lumière, avec une abondance de détails dans lesquels nous avons le regret de ne pouvoir ici le suivre :

» Le maïs est un aliment sain et des plus réparateurs, dont l'emploi ne saurait être trop répandu ; les reproches faits à cette céréale, au point de vue de l'hygiène, ne s'adressent qu'au maïs mal conservé et envahi par le verdet.

» Rappelons que M. Fua, suivant en cela l'exemple d'éminents philantropes, a consacré de longues années, non seulement à vulgariser l'emploi alimentaire du maïs, mais encore à reproduire et fixer une nouvelle race, assez hâtive pour mûrir ses fruits dans le Nord, assez productive pour être d'une culture rémunératrice, et nous aurons justifié la conclusion suivante, que nous soumettons à l'Académie :

» Approuver les efforts de M. Fua pour répandre la culture et l'emploi alimentaire du maïs; le remercier de son intéressante Communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les hypercycles.* Note de M. LAGUERRE.

« 17. La transformation peut se faire de deux façons différentes, correspondant aux deux axes de la courbe. Les paraboles résultant de la transformation ont même paramètre; sa valeur est égale au paramètre p de l'hypercycle.

» La proposition précédente est au fond identique avec une de celles que j'ai énoncées plus haut, à savoir que l'hypercycle peut être considéré comme une anticaustique par *réfraction* d'une parabole, les rayons incidents étant perpendiculaires à l'un des axes (1); mais la forme actuelle a l'avantage de montrer immédiatement comment on peut étendre à l'hypercycle les propriétés connues de la parabole.

» La parabole elle-même peut être considérée comme un hypercycle composé de deux branches opposées, en sorte qu'en chaque point de la parabole passent deux tangentes distinctes, et la théorie que j'ai exposée précédemment fournit un grand nombre de propriétés nouvelles de cette conique.

» Le cycle polaire d'une semi-droite du plan Δ, relativement à une parabole P, peut se construire facilement. Du pôle A de Δ, relativement à P, abaissons une perpendiculaire sur Δ et prenons son point de rencontre B avec l'axe de la courbe; le cycle cherché D a AB pour diamètre et son sens

(1) *Voir* à ce sujet ma Note *Sur la transformation par directions réciproques* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 71).

est entièrement déterminé par cette remarque qu'au point A la tangente est parallèle à Δ. On voit par cette construction que deux semi-droites opposées ont des cycles polaires opposés.

» Les semi-droites fondamentales sont opposées et déterminées par la position de l'axe; deux tangentes conjuguées sont donc symétriques par rapport à l'axe.

» 18. Il y a un cas particulier remarquable, dans lequel il est évidemment impossible de transformer un hypercycle en une parabole; c'est celui où son paramètre p est nul. La courbe est alors de la troisième classe et je la désignerai sous le nom d'*hypercycle cubique;* elle peut être définie comme une courbe de troisième classe ayant une tangente double, touchant la droite de l'infini et passant par les ombilics du plan.

» Sa propriété caractéristique consiste en ce que tous les cycles polaires touchent une des demi-droites fondamentales P; celle-ci est elle-même tangente à la courbe, et je l'appellerai *tangente fondamentale*. L'autre semi-droite fondamentale est parallèle et de sens contraire à la tangente Θ à la courbe qui passe par le point de contact de celle-ci avec la droite de l'infini.

» Un hypercycle étant défini par ses semi-droites fondamentales, une semi-droite Δ et son cycle polaire, cet hypercycle est de troisième classe si ce cycle polaire touche une des semi-droites fondamentales et tous les autres cycles polaires touchent également cette semi-droite.

» Un hypercycle cubique étant donné, ses semi-droites fondamentales ne sont pas déterminées. Prenons arbitrairement une tangente Δ à cette courbe, nous pourrons la regarder comme une tangente fondamentale et lui adjoindre une semi-droite Δ′ anti-parallèle à Θ, de telle sorte qu'à chaque tangente T de la courbe en corresponde une autre T′ constituant avec celle-ci et le couple (Δ, Δ′) un système harmonique.

» Tous les théorèmes généraux donnés précédemment relativement à l'hypercycle général s'appliquent à l'hypercycle cubique, mais l'application peut en être faite d'une infinité de manières, puisqu'il y a une infinité de modes de groupement des tangentes.

» L'hypercycle cubique se relie encore à la parabole d'une façon étroite; c'est, en effet, une anticaustique *par réflexion* de parabole, les rayons incidents étant parallèles, et elle peut être d'une infinité de façons considérée comme une anticaustique d'une pareille courbe.

» 19. Les propositions relatives aux tangentes communes à un cycle et un hypercycle sont notablement modifiées quand la courbe est de la troi-

sième classe, puisque dans ce cas il n'y a plus que trois tangentes communes.

» J'énoncerai ici le théorème important qui suit : T et T' désignant deux tangentes quelconques conjuguées dans un mode de groupement caractérisé par la tangente fondamentale $D\delta$, A et B deux autres tangentes *quelconques*, construisons les cycles K et K' qui touchent respectivement A, B, T et A, B, T'; cela posé, le cycle (¹) moyen de K et K' est tangent à D.

» Considérons en particulier le mode de groupement où les tangentes isotropes issues du foyer F de la courbe sont conjuguées et appelons Δ la tangente fondamentale correspondante (cette tangente est celle que l'on peut mener du pied de la perpendiculaire abaissée du foyer sur la tangente double); nous pourrons énoncer la proposition qui suit et qui donne une propriété de *deux tangentes quelconques :*

» *Etant données deux tangentes quelconques* A *et* A' *à l'hypercycle, soient m le centre du cycle tangent aux semi-droites* A, A' *et* Δ, *et* α *le point de rencontre de* A *et* A'; *la droite menée par m perpendiculairement à* $m\alpha$ *passe par le foyer* F *de la courbe.*

» En voici quelques conséquences : imaginons que, A restant fixe, A' se déplace tangentiellement à la courbe; en désignant par a le point de rencontre de A et de Δ, le point m décrit la bissectrice am des deux semi-droites A et Δ (droite qui, comme je l'ai déjà rappelé plusieurs fois, est entièrement déterminée), et la bissectrice $m\alpha$ des deux tangentes A et A' enveloppe une parabole P ayant pour foyer.

» Or de là résulte immédiatement que l'hypercycle peut être considéré comme l'enveloppe des cycles qui touchent A et ont leur centre sur la parabole P; en d'autres termes, l'hyperbole est une anticaustique par réflexion de la parabole P, les rayons incidents étant perpendiculaires à la tangente A.

» La courbe peut donc être considérée d'une infinité de manières comme anticaustique de parabole; toutes les paraboles ont pour foyer F, et les tangentes menées aux sommets sont tangentes à l'enveloppe des bissectrices telles que $m\alpha$; c'est précisément celle des paraboles considérées qui correspond à une direction des rayons lumineux perpendiculaire à Δ.

(¹) Je rappelle que le cycle moyen de deux cycles ayant respectivement pour centre les points a et b, pour rayon R et R', est le cycle ayant pour centre le point milieu du segment ab et pour rayon $\frac{R+R'}{2}$.

» Cette parabole π a pour tangente au sommet la normale menée à la courbe au point où elle touche Δ; elle peut être également considérée comme le lieu des projections du foyer F sur les normales à l'hypercycle.

» 20. Je mentionnerai ici un élégant théorème de Géométrie élémentaire qui résulte immédiatement de la proposition précédente.

» *Etant données quatre semi-droites quelconques* A, B, C *et* Δ, *désignons par* a, b, c *les sommets du triangle déterminé par les côtés* A, B, C (a étant l'intersection de B et de C, etc.), *et par* α, β, γ *les centres des cycles inscrits dans les triangles déterminés par les côtés* B, C *et* Δ, C, A *et* Δ, A, B *et* Δ; *cela posé, les droites menées par les points* α, β *et* γ, *et respectivement perpendiculaires aux droites* αa, βb *et* γc, *se coupent en un même point.*

» Ce point est, en effet, le foyer de l'hypercycle cubique déterminé par les cinq conditions suivantes, à savoir qu'il touche les semi-droites A, B, C, et que Δ soit la tangente fondamentale correspondant aux tangentes issues du foyer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable;* par M. **Mittag-Leffler**. Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

« Pour démontrer le théorème que j'ai énoncé dans ma dernière Lettre (*Comptes rendus,* 3 avril), j'observe d'abord que le théorème de ma Lettre du 30 janvier (*Comptes rendus,* 13 février) peut être généralisé de la manière suivante.

» Je suppose donnés :

» 1° Un nombre de valeurs distinctes P du premier genre et de la première espèce et qui ait la seule valeur limite $x = a$. Je suppose de même que les valeurs P — P' soient $a_1, a_2, \ldots$;

» 2° Une suite infinie de fonctions entières, rationnelles ou transcendantes, de la variable y, s'annulant toutes pour $y = 0$,

$$G_\nu(y) = c_{-1}^{(\nu)} \cdot y + c_{-2}^{(\nu)} \cdot y^2 + c_{-3}^{(\nu)} \cdot y^3 + \ldots; \ \nu = 1, 2, \ldots.$$

» Il est alors toujours possible de former une fonction analytique $F(x; a_\nu; \nu = 1, 2, \ldots)$ n'ayant d'autres points singuliers que le nombre de valeurs P et telle que, pour chaque valeur déterminée de ν, la différence $F(x) - G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$ ait, en supposant $x = a_\nu$, une valeur finie et déter-

minée, de telle sorte que, dans le voisinage des $x = a_\nu$, $F(x)$ puisse s'exprimer sous la forme $G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) + \mathfrak{P}_\nu(x - a_\nu)$.

» Toutes les fonctions $\overline{F}(x)$ ayant ce caractère s'obtiennent de la formule

$$\overline{F}(x) = F(x) + G\left(\frac{1}{x - a}\right),$$

où $G\left(\frac{1}{x - a}\right)$ est une fonction entière, algébrique ou transcendante, de $\frac{1}{x - a}$, qui est choisie d'une manière arbitraire.

» Si vous supposez $a = \infty$, et si vous mettez, d'après M. Weierstrass, $\frac{1}{x}$ au lieu de $x - \infty$, vous obtenez le théorème de ma Lettre du 30 janvier.

» La fonction $F(x)$ peut être formée de la manière suivante. Prenez arbitrairement une suite infinie de nombres positifs $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$, dont la somme soit finie, ainsi qu'un autre nombre positif $\varepsilon < 1$. En ayant maintenant $a = \infty$, et pour une valeur déterminée de ν, $a_\nu = 0$, vous ferez, $F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$. En ayant $a = 0$ et $a_\nu = \infty$, vous ferez de la même manière $F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$. Si aucun de ces cas n'a lieu, vous pouvez toujours développer $G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$ dans une série $\sum_{\rho=0}^{\infty} A_\rho^{(\nu)}\left(\frac{a_\nu - a}{x - a}\right)^\rho$, qui restera convergente tant que vous aurez mod. $\frac{a - a}{x - a} < 1$. Cela étant, il est toujours possible de trouver un nombre entier m_ν assez grand pour qu'on ait mod. $\sum_{\rho=m_\nu}^{\infty} A_\rho^{(\nu)}\left(\frac{a_\nu - a}{x - a}\right)^\rho < \varepsilon_\nu$, toutes les fois que mod. $\frac{a_\nu - a}{x - a} \leqq \varepsilon$.

» Après avoir trouvé ce nombre m_ν, mettez

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) - \sum_{\rho=0}^{m_\nu - 1} A_\rho^{(\nu)}\left(\frac{a_\nu - a}{x - a}\right)^\rho,$$

et vous aurez

$$F(x; a_\nu; \nu = 1, 2, \ldots) = \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x).$$

» Vous voyez de même immédiatement que

$$\overline{F}(x; a_\nu; \nu = 1, 2, \ldots) = F(x; a_\nu; \nu = 1, 2, \ldots) + G\left(\frac{1}{x - a}\right).$$

» On démontre maintenant sans peine le théorème suivant.

» Je suppose donnés :

» 1° Un nombre de valeurs distinctes, P, du premier genre et de la première espèce, dont P′ est l'ensemble des m valeurs a_ν; $\nu = 1, 2, \ldots, m$. Je suppose de même, ce qui est toujours possible, que les valeurs P — P′ soient partagées en groupes $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots, m$, telles que le nombre des valeurs $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$, a la seule valeur limite a_ν;

» 2° Une suite de fonctions entières, algébriques ou transcendantes, s'annulant toutes pour $y = 0$,

$$G_{\mu\nu}(y) = c_{-1}^{(\mu\nu)}.y + c_{-2}^{(\mu\nu)}.y^2 + c_{-3}^{(\mu\nu)}.y^3 + \ldots; \mu = 1, 2, \ldots; \nu = 1, 2, \ldots m.$$

» Je forme les m fonctions

$$F_\nu(x; a_{\mu\nu}; \mu = 1, 2, \ldots); \nu = 1, 2, \ldots m$$

dont la fonction F_ν n'a d'autres points singuliers que a_ν et $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$ et la différence $F_\nu - G_{\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_{\mu\nu}}\right)$ a, en supposant $x = a_{\mu\nu}$, une valeur finie et déterminée.

» La somme

$$\sum_{\nu=1}^{m} F_\nu(x; a_{\mu\nu}; \mu = 1, 2, \ldots)$$

est donc une fonction uniforme et monogène

$$F(x; a_{\mu\nu}; \mu = 1, 2, \ldots m),$$

n'ayant d'autres points singuliers que le nombre des valeurs P, et telle que, pour chaque valeur déterminée de $\mu\nu$, la différence $F(x) - G_{\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_\mu}\right)$ ait, en supposant $x = a_{\mu\nu}$, une valeur finie et déterminée, de telle sorte que, dans le voisinage de $x = a_{\mu\nu}$, $F(x)$ puisse s'exprimer sous la forme

$$G_{\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_{\mu\nu}}\right) + \mathfrak{P}_{\mu\nu}(x - a_{\mu\nu}).$$

» Toutes les fonctions $\overline{F}(x)$ ayant ce caractère s'obtiennent de la formule

$$\overline{F}(x) = F(x) + \sum_{\nu=1}^{m} G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right),$$

où $G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$, étant une fonction entière, algébrique ou transcendante de $\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$, soit choisie du reste d'une manière arbitraire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Parmi les fonctions fuchsiennes existant dans toute l'étendue du plan, et dont j'ai parlé à la fin de ma dernière Communication, il en est un certain nombre sur lesquelles je voudrais attirer particulièrement l'attention. Considérons dans le plan des z l'axe des quantités réelles et $2n+1$ points $A_1, A_2, \ldots, A_n, C, B_1, B_2, \ldots, B_n$. Les points A_1 et B_1 sont situés sur l'axe des quantités réelles, les autres sont au-dessus de cet axe. Joignons les points

$$A_1A_2,\; A_2A_3,\; A_3A_4,\; \ldots,\; A_{n-1}A_n,\; A_nC,\; CB_n,\; B_nB_{n-1},\; \ldots,\; B_3B_2,\; B_2B_1$$

par des arcs de cercle ayant leurs centres sur l'axe des quantités réelles.

» On obtiendra ainsi un certain polygone curviligne

$$A_1A_2A_3A_4\ldots A_nCB_nB_nB_{n-1}\ldots B_2B_1,$$

dont tous les côtés seront des arcs de cercle ayant leurs centres sur l'axe des quantités réelles, excepté le côté A_1B_1, qui sera un segment de cet axe. Quant au sommet C, on peut, pour plus de symétrie, dans les énoncés, le considérer comme appartenant soit à la série des points A avec la notation A_{n+1}, soit à la série des points B avec la notation B_{n+1}.

» J'appelle D_i et D'_i les intersections de l'arc A_iA_{i+1} prolongé avec l'axe des quantités réelles; E_i, E'_i les intersections de cet axe avec l'arc B_iB_{i+1}.

» Je suppose :

» 1° Que le rapport anharmonique des quatre points D_i, D'_i, A_i, A_{i+1} sur le cercle $D_iD'_iA_iA_{i+1}$ est égal à celui des quatre points E_i, E'_i, B_i, B_{i+1} sur le cercle $E_iE'_iB_iB_{i+1}$;

» 2° Que les angles curvilignes A_i+B_i sont des parties aliquotes de 2π, ainsi que l'angle curviligne C.

» Dans ce cas, il existe une substitution linéaire

$$\left(z, \frac{\alpha_i z+\beta_i}{\gamma_i z+\delta_i}\right),$$

dont les coefficients sont réels, et qui change A_iA_{i+1} en B_iB_{i+1}.

» En combinant ces n substitutions, on obtient un groupe discontinu, et ce groupe donne naissance à une infinité de fonctions fuchsiennes qui jouissent des propriétés suivantes :

» 1° Elles sont toutes fonctions rationnelles de l'une d'entre elles, que j'appelle $F(z)$;

» 2° Elles existent dans toute l'étendue du plan; leurs points singuliers essentiels sont isolés et en nombre infini, et ils sont tous situés sur l'axe des quantités réelles.

» Ces points singuliers sont infiniment rapprochés dans le voisinage de certains points singuliers du deuxième ordre; ceux-ci sont infiniment rapprochés dans le voisinage de certains points singuliers du troisième ordre, et ainsi de suite. D'ailleurs, les points singuliers de tous les ordres sont en nombre infini. Nous avons donc là un exemple de ces *fonctions du deuxième genre,* dont M. Mittag-Leffler a parlé dans sa Communication si intéressante du 3 avril.

» Si nous posons

$$x = F(z), \quad y = \sqrt{\frac{dF}{dx}},$$

on a

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \Phi(x)y, \tag{1}$$

$\Phi(x)$ étant rationnel en x. La fonction rationnelle $\Phi(x)$ a ses coefficients *réels;* et les points singuliers de l'équation (1) sont au nombre de $2n$ et sont imaginaires conjugués deux à deux. Pour chacun d'eux, les intégrales sont *régulières,* et la différence des racines de l'équation déterminante est une partie aliquote de l'unité.

» Dans le cas particulier où l'un ou plusieurs des sommets du polygone envisagé viennent sur l'axe des quantités réelles, les intégrales de l'équation (1) deviennent *logarithmiques* dans le voisinage des points singuliers correspondants.

» On peut former des fonctions kleinéennes ayant la même génération que les fonctions fuchsiennes dont je viens de parler. Les propriétés sont les mêmes. Seulement, les points singuliers essentiels ne sont plus situés sur l'axe des quantités réelles; la fonction $\Phi(x)$ n'a plus ses coefficients réels, et les points singuliers de l'équation (1) ne sont plus imaginaires conjugués deux à deux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Solution du problème général de l'analyse indéterminée du premier degré.* Note de M. **Ch. Méray.**

« Voici l'énoncé du problème : *Étant donné un système quelconque de m équations du premier degré à coefficients entiers (positifs, nuls, ou négatifs) entre*

les $n (\gtreqless m)$ inconnues $x, y, z, \ldots, s, t, \ldots, u, v$:

$$(1) \quad \begin{cases} a_1 x + b_1 y + c_1 z + \ldots + g_1 s + h_1 t + \ldots + i_1 u + j_1 v + k_1 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_m x + b_m y + c_m z + \ldots + g_m s + h_m t + \ldots + i_m u + j_m v + k_m = 0, \end{cases}$$

assigner, quand il en existe, tous ses systèmes de solutions entières.

» On peut supposer que les déterminants d'ordre m formés par une combinaison quelconque de m colonnes du tableau des coefficients

$$(2) \quad \begin{cases} a_1, b_1, c_1, & \ldots, & g_1, h_1, & \ldots, & i_1, j_1, k_1, \\ \ldots\ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots, \\ a_m, b_m, c_m, & \ldots, & g_m, h_m, & \ldots, & i_m, j_m, k_m \end{cases}$$

ne sont pas tous nuls, car, autrement, on pourrait réduire le système (1) à un autre équivalent à coefficients entiers, qui contiendrait moins d'équations et ne présenterait pas cette particularité. Cela posé, la solution du problème résulte de la proposition suivante :

» *Nommons indéfiniment* (K) *les* $\frac{n!}{m!(n-m)!}$ *déterminants formés par l'association de* m *quelconques des* n *premières colonnes du tableau* (2), *et* (k) *les* $\frac{(n-1)!}{m!(n-m-1)!}$ *déterminants de même ordre formés par l'association de la dernière colonne de ce tableau avec* $m-1$ *quelconques des* n *premières.*

» *Pour que le système* (1) *admette quelque système de solutions entières, il est nécessaire et suffisant que le plus grand entier positif* d *qui divise tous les déterminants* (K) *divise aussi tous les déterminants* (k). *Cette condition étant remplie, tous les systèmes de solutions sont donnés, chacun une seule fois, par des formules*

$$(3) \quad \begin{cases} x = \xi + x_1\theta_1 + x_2\theta_2 + \ldots + x_{n-m}\theta_{n-m}, \\ y = \eta + y_1\theta_1 + y_2\theta_2 + \ldots + y_{n-m}\theta_{n-m}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ s = \sigma + s_1\theta_1 + s_2\theta_2 + \ldots + s_{n-m}\theta_{n-m}, \\ t = \tau + t_1\theta_1 + t_2\theta_2 + \ldots + t_{n-m}\theta_{n-m}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ v = \varphi + v_1\theta_1 + v_2\theta_2 + \ldots + v_{n-m}\theta_{n-m}, \end{cases}$$

dans lesquelles toutes les lettres désignent des entiers précisant les propriétés suivantes : 1° *les* $n-m$ *nombres* θ *sont absolument indéterminés ;* 2° *le déterminant de* $n-m$ *colonnes quelconques du tableau*

$$\begin{cases} x_1, & y_1, & z_1, & \ldots, & s_1, & t_1, & \ldots, & v_1, \\ \ldots\ldots\ldots, & & & \ldots, & \ldots\ldots, & & \ldots, & \ldots, \\ x_{n-m}, & y_{n-m}, & z_{n-m}, & \ldots, & s_{n-m}, & t_{n-m}, & \ldots, & v_{n-m} \end{cases}$$

est égal au quotient par d de celui des déterminants (K) *dont les éléments ne servent pas de coefficients aux inconnues désignées par les lettres qui figurent dans les $n - m$ colonnes en question; par suite, tous ces déterminants d'ordre $n - m$ ont 1 pour plus grand commun diviseur.*

» A l'occasion, j'exposerai la méthode qui m'a conduit aux formules (3), et qui permet aussi d'en calculer effectivement les constantes, quand les équations (1) sont données numériquement. Elle consiste à construire, de proche en proche, deux suites : l'une de substitutions entières, de déterminants tous égaux à 1; l'autre, de tableaux de m^2 multiplicateurs commensurables, dont les déterminants ont $\frac{1}{d}$ pour produit, suites au moyen desquelles on réduit progressivement le système (1) à un système équivalent, mais de la forme simple

$$\left\{\begin{array}{l} X + K_1 = 0, \\ Y + K_2 = 0, \\ \dots\dots\dots\dots, \\ S + K_m = 0, \end{array}\right.$$

$K_1, \dots, K_m$ désignant des entiers, et X, Y, ..., S un certain groupe de m des n inconnues finales X, Y, Z, ..., S, T, ..., U, V. Cela fait, pour obtenir les formules (3), il suffit de composer toutes les substitutions en une seule permettant de passer directement de $x, y, z, \dots, s, t, \dots, u, v$ à X, ..., V, puis de remplacer, dans cette substitution, X, Y, ..., S respectivement par $-K_1, -K_2, \dots, -K_m$, et les $n - m$ autres lettres T, ..., V par les indéterminées θ. »

ASTRONOMIE. — *Les minima des taches du Soleil en* 1881.
Note de M. A. Ricco, présentée par M. Janssen.

« En 1881, l'hémisphère solaire nord a été observé sans taches 23 jours, l'hémisphère sud 94 jours : dans ces jours il n'y avait que des trous (aire $>$ 0,00001 du disque) ou rien du tout; cela s'accorde avec la fréquence des taches dans l'hémisphère boréal, qui a été presque une fois et demie celle des taches australes.

» Les centres des périodes sans taches tombèrent aux dates suivantes, pour l'hémisphère nord : janvier 26, mars 1, avril 1, mai 3 et 23, juin 22, août 15, septembre 5, octobre 29, novembre 30, décembre 26; pour l'hémisphère sud : janvier 3, février 9, mars 4 et 27, avril 30, mai 15,

juin 8, juillet 7 et (21), août 3 et 21, septembre (11) et 24, octobre (2) et 15, novembre (3) et 19, décembre 15.

» On a donc eu 12 périodes des minima au nord de l'équateur et 18 au sud.

» Si l'on considère comme doubles les longs intervalles entre le 22 juin et le 15 août, le 5 septembre et le 29 octobre, et si pour le moment on ne compte pas les minima dans les parenthèses, on trouve que les intervalles entre les minima de l'hémisphère nord ne diffèrent pas trop de leur moyenne 27,9 jours; les intervalles des minima de l'hémisphère sud sont bien plus irréguliers; pourtant leur moyenne, 26,2, ne diffère pas beaucoup de la moyenne boréale. Et encore ces deux moyennes diffèrent bien peu de la durée d'une rotation synodique du Soleil.

» Les intervalles des minima dans les parenthèses (en comptant le premier pour deux) ne diffèrent pas trop entre eux, et leur moyenne, 26 jours, est toujours voisine du temps de la rotation solaire.

» Il y a donc certainement une périodicité dans l'apparition des minima des taches boréales égale au temps de la rotation solaire, ce qui indiquerait qu'ils ne se sont guère déplacés sur la sphère solaire, ou qu'ils ont reparu à peu près à la même place : cela a eu lieu moins nettement dans l'hémisphère sud, où, entre autres, il y eut des minima supplémentaires, qui pourtant présentèrent le même phénomène.

» Pour voir si cette stabilité des minima existe réellement, on a déterminé la longitude des centres des hémisphères aux jours où il n'y avait pas de taches, en prenant pour premier méridien celui qui passait par le centre du disque solaire au commencement de l'année 1881.

» On trouve que presque tous (moins trois) les centres des minima de l'hémisphère boréal tombent dans un tiers de la circonférence, c'est-à-dire entre 241° et 360°, et en plus grand nombre près de la première limite, tandis que les minima de l'hémisphère austral tombent à toutes les longitudes, mais il y en a un plus grand nombre près de la longitude même de l'accumulation des minima du nord et aux longitudes presque opposées, entre 56° et 70°.

» Puisque les taches boréales eurent, en 1881, une prépondérance si forte, il s'ensuit que la stabilité de leur minima a déterminé la périodicité des minima des taches solaires en général, qui a été constatée, avec la périodicité des maxima.

» Les faits prouvent que l'activité solaire se localise longtemps à certaines places de la surface solaire, comme il a d'ailleurs été démontré par M. Tacchini, depuis 1880.

» On a tâché de compléter les observations de Palerme avec celles de Rome et d'autres observatoires, mais il reste toujours quelque doute sur les minima du 25 janvier au nord et des 13-16 décembre au sud. »

OPTIQUE. — *Sur la transformation actinique des miroirs Foucault et leurs applications en Photographie.* Note de M. **de Chardonnet**, présentée par M. Cornu.

« M. Stokes a découvert que les miroirs en argent poli, employés comme réflecteurs, ne peuvent être utilisés pour l'étude du spectre ultra-violet, parce qu'ils éteignent les rayons les plus réfrangibles. Les travaux de M. Cornu ont montré que l'argenture déposée chimiquement ne vaut pas mieux, tandis que le platine, en couches d'une transparence complète, forme un excellent miroir pour les rayons ultra-violets. Ces travaux ont prouvé que, conformément aux vues de M. Stokes, la diminution du pouvoir réflecteur de l'argent correspond à une augmentation de transparence, si bien qu'une lame de quartz, recouverte d'une couche d'argent, laisse passer facilement les radiations, si réfrangibles, de l'étincelle d'induction.

» J'ai recherché, à l'aide de la Photographie, la qualité des ondes transmises par une plaque de cristal de roche, argentée assez fortement pour être complètement opaque à la vue, en comparant ce spectre avec le spectre normal, suivant le mode expérimental que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans une Note du 29 août dernier. J'ai employé exclusivement des appareils construits en quartz et en spath d'Islande et des plaques sensibles du D[r] Monckhoven. Comme la pose dure plusieurs minutes pour les rayons traversant la couche d'argent, il faut, au bout de quelques secondes, couvrir la moitié de la fente correspondant au spectre normal, sinon ce spectre serait solarisé.

» Sous une incidence rasante de 15° à 20°, comme à 45° et à 90°, j'ai obtenu un spectre limité à la région comprise entre les raies O et T. La largeur de cette bande varie beaucoup avec l'argenture, le temps de pose. Ce qui paraît acquis, c'est que la pénétration a toujours lieu pour la dernière moitié du spectre ultra-violet et n'en atteint jamais la limite, en U, quand même le spectre normal *témoin*, pris sur la même plaque, accuse les plus courtes ondes.

» Foucault plaçait, au-devant de ses lunettes, une glace plane recouverte d'une *demi-argenture* assez mince pour être transparente, mais qui, réfléchissant la chaleur obscure, préservait ses appareils. La couche d'argent,

à mesure qu'elle s'épaissit, n'admet donc au passage, jusqu'à une certaine limite, que des ondes de plus en plus courtes.

» Voilà un *filtre*, perméable exclusivement aux rayons obscurs, dont on peut se servir pour photographier, sans l'intervention d'aucun rayon de lumière visible. Il serait difficile de se procurer de grandes plaques de cristal de roche; heureusement, on peut se servir de crown-glass très blanc, ou même de glaces minces de Saint-Gobain; on perd quelques-uns des rayons les plus réfrangibles, mais cet inconvénient est largement compensé par l'étendue des surfaces d'admission. De plus, comme il est malaisé d'obtenir des miroirs sans piqûres (ces défauts apparaissent par transparence), j'ai accolé deux glaces pareilles pour construire mon obturateur ; la pose doit être doublée, mais la qualité des rayons transmis reste la même, et l'on s'assure une complète obscurité.

» J'ai varié mes essais : tantôt le modèle, fortement éclairé, était placé à l'intérieur du cabinet noir, et son image venait s'imprimer sur la plaque sensible, dans une obscurité absolue, à travers la double glace de l'obturateur; tantôt le modèle (une statuette en marbre de Carrare), placé dans l'intérieur du laboratoire, recevait son *éclairage invisible* du miroir métallique de l'héliostat. La pose était longue (15 minutes) pour obtenir un cliché modèle; afin d'aller plus vite, il eût fallu, dans le dernier cas, argenter entièrement les vitres de l'atelier. Il est nécessaire, bien entendu, que le modèle soit capable, par lui-même, de réfléchir et de diffuser les ondes les plus réfrangibles qu'il possède, ce que j'appellerai la *couleur actinique* des rayons qui l'atteignent.

» Une curieuse expérience d'amphithéâtre consiste à photographier l'arc de la lumière électrique. On ferme la lanterne Duboscq avec un double miroir Foucault, et l'on projette, avec la lentille en spath et en quartz, l'image des charbons sur une plaque à la gélatine. L'impression est complète en quelques secondes, et elle est même instantanée avec une lentille à court foyer.

» Quand on possède la lentille achromatique dont je viens de parler, on *met au point* simplement en éclairant son modèle, avant de placer l'obturateur avec la lumière naturelle. L'image est nette, sans lentille achromatique, parce que le spectre actif est court, mais la mise au point devient délicate. On obtient un bon résultat par l'artifice suivant : on met au point, en éclairant successivement le modèle à travers un verre rouge pur d'abord, ensuite à travers une solution bleue de sulfate de cuivre ammoniacal ; on note le déplacement de la glace dépolie, et on l'avance encore d'une lon-

gueur un peu plus grande vers le modèle. La glace dépolie se trouve alors au foyer des rayons les plus réfrangibles.

» Dans ce qui précède, j'ai supposé qu'on disposait des rayons directs du soleil, mais cette condition n'est pas indispensable. Les expériences réussissent bien aussi avec la lumière diffuse des nuées, même par un temps sombre (en tenant compte de l'intensité de l'éclairage). Nous trouvons ici la preuve que les plantes reçoivent les radiations les plus réfrangibles par un temps couvert, comme par un brillant soleil. C'est une première application de la Photographie sans lumière apparente. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une perturbation magnétique.* Note de M. **Mascart**.

« Une perturbation magnétique très importante s'est fait sentir en France pendant la plus grande partie de la semaine dernière. Les lignes télégraphiques aériennes ou souterraines, dans presque toutes les directions, ont été parcourues par des courants accidentels; à certaines heures en particulier, le trouble apporté dans le service était si grand qu'il n'a été possible de transmettre les dépêches que par des circuits fermés, ne prenant contact à la terre qu'en un point. Les lignes internationales ont donné les mêmes résultats; il est donc probable que l'on se trouvait alors sous l'influence d'un orage magnétique d'une très grande étendue et que les effets ont pu en être observés dans tout l'hémisphère nord.

» Les phénomènes de cette nature sont de la plus haute importance pour la connaissance du magnétisme terrestre; c'est par l'étude simultanée des perturbations produites dans le monde entier que l'on arrivera sans doute à en déterminer l'origine et le mode de propagation; et c'est là le but que l'on s'est proposé en organisant les expéditions polaires auxquelles la plupart des nations civilisées se disposent aujourd'hui à concourir.

» Pour apporter un document à l'étude de la perturbation actuelle, j'en indiquerai ici les principales phases, telles qu'elles se sont traduites sur l'appareil enregistreur que j'ai installé, à titre d'essai, dans les caves du Collège de France. Cet appareil donne les variations des trois éléments : déclinaison, composante horizontale et composante verticale. L'emplacement serait sans doute mal choisi pour déterminer en valeurs absolues les éléments du magnétisme terrestre, mais les causes locales qui influent sur le phénomène ne nuisent pas à l'étude des perturbations d'ordre général.

» La perturbation actuelle ne paraît pas s'être produite subitement; elle

était pour ainsi dire annoncée depuis plusieurs jours par une agitation presque constante de l'aiguille aimantée.

» Sans remonter plus haut, on constate, le 6, le 7 et le 8 avril, des oscillations dont l'amplitude atteint 6′ pour la déclinaison et 0,002, en valeur relative, pour la composante horizontale; les oscillations de la composante horizontale sont de 0,001 le 12 avril, de 2^h à 9^h s., et de 0,002 le 13, depuis midi jusqu'à minuit.

» C'est à ce moment, c'est-à-dire le 13 à $11^h 15^m$ s., que paraît devoir être placé le début d'un véritable orage magnétique. Depuis ce moment jusqu'au 14 à 7^h s., l'aiguille de déclinaison a éprouvé des oscillations nombreuses atteignant 10′; de même pour la composante horizontale dont l'amplitude d'oscillation a été jusqu'à 0,0035.

» Le 15, petites oscillations toute la journée.

» Le 16, de 3^h s. à 5^h s., oscillations de 0,002 pour la composante horizontale.

» La grande secousse a commencé dans la nuit du 16 au 17, à $11^h 45^m$, et a porté en même temps sur les trois éléments. La déclinaison a éprouvé d'abord des oscillations de 10′; une oscillation de 25′ a lieu entre $8^h 30^m$ m. et $9^h 30^m$ m.; aiguille très agitée jusqu'à minuit, où le calme se rétablit. La composante horizontale éprouve d'abord un accroissement subit de 0,007; à 5^h m. elle a diminué de plus de 0,01; oscillation de 0,02 entre $2^h 15^m$ s. et $3^h 15^m$ s.; calme rétabli à $10^h 30^m$ s. La composante verticale, peu altérée jusqu'à présent, est modifiée cette fois d'une manière notable; une variation négative de 0,01 de sa valeur a lieu vers 6^h m. et une autre positive de même grandeur vers 9^h s.

» Le 18, rien de remarquable, sauf une perturbation vers 3^h s., atteignant 0,005 pour la composante horizontale.

» Le 19, petites oscillations sans importance.

» Le 20, une grande secousse, analogue à la première, débute à $3^h 45^m$ m. par un accroissement brusque de la déclinaison et de la composante horizontale. La déclinaison a varié de +40′ à $4^h 50^m$ m.; oscillations nombreuses atteignant 25′ de $7^h 30^m$ m. à $8^h 30^m$ m.; agitations continuelles jusqu'au lendemain 21 à $6^h 45^m$ m. La composante horizontale éprouve des oscillations qui atteignent 0,01 de 5^h à 6^h m., 0,012 de $7^h 45^m$ à 8^h m. et 0,01 à 7^h s.; calme rétabli le 21 à $7^h 45^m$ m. La composante verticale, d'abord peu modifiée, croît brusquement de 0,01 à $3^h 30^m$ s. et revient lentement à sa valeur primitive. De petites oscillations se manifestent encore dans les journées du 21, du 22 et du 23; la journée du 24 est plus

agitée, comme l'étaient celles du 6 et du 7, mais la perturbation générale semble disparaître, en présentant des caractères analogues à ceux qui s'étaient manifestés au début.

» Pendant cette même période, l'enregistreur d'électricité atmosphérique n'indique aucune perturbation qui puisse être rapportée au phénomène magnétique.

» J'ajouterai quelques mots sur l'appareil qui me permet d'obtenir cet enregistrement continu des variations du magnétisme terrestre. L'aiguille de déclinaison est un petit barreau de $0^m,03$ de longueur muni d'un miroir. Un barreau analogue, porté par une suspension bifilaire en fils de soie donne les variations de la composante horizontale. Celles de la composante verticale sont fournies par une aiguille horizontale à couteau, oscillant comme un fléau de balance. Une seule lampe au gazogène, dont l'éclat est comparable à celui d'une veilleuse, envoie par trois fentes de la lumière aux trois instruments de variations, et les trois images de retour peuvent, par un système de prismes réflecteurs, tomber sur une même plaque sensible mue par un mouvement d'horlogerie. Sur chaque appareil de variations est installé un miroir fixe qui donne une image invariable de la fente pour servir de repère. La plaque sensible est du papier de gélatino-bromure placé entre deux lames de verre. Enfin, l'horloge est munie d'un contact électrique qui fait passer toutes les heures un courant momentané dans trois bobines situées respectivement auprès de chaque appareil; l'interruption produite ainsi sur les courbes d'inscription permet de déterminer exactement l'heure de toutes les perturbations. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Hiver de 1881-1882 à Clermont et au puy de Dôme;* par M. **Alluard**.

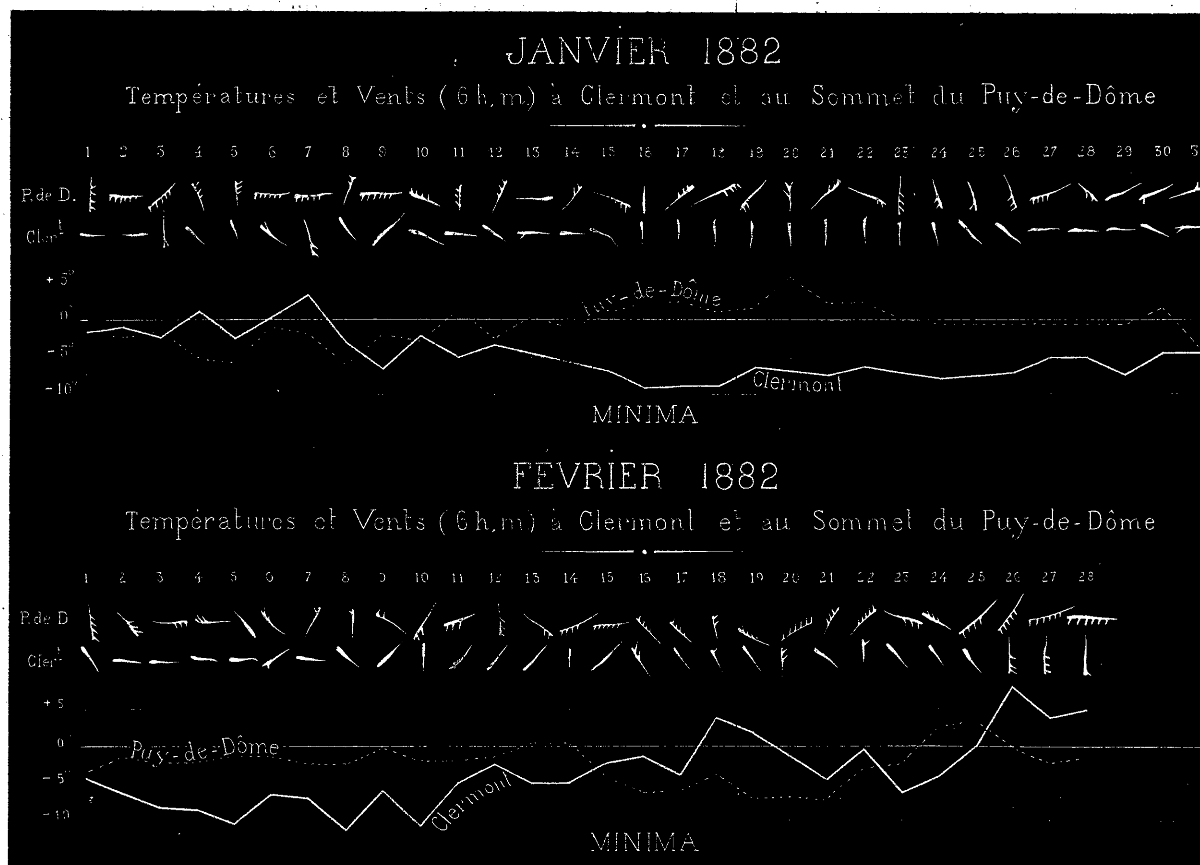
« Si l'hiver de 1879-1880 s'est fait remarquer dans la France centrale par des froids intenses et prolongés, celui de 1881-1882 s'est signalé par une température douce et une sécheresse excessive. La comparaison des résultats obtenus dans ces deux hivers à l'observatoire du puy de Dôme met bien en évidence leurs caractères si différents.

» La température moyenne du mois de décembre a été plus élevée de $8^\circ,1$ en 1881 qu'en 1879 à Clermont et de 5° au sommet du puy de Dôme; celle de janvier a été plus haute de $3^\circ,6$ en 1882 qu'en 1880 à Clermont et de $2^\circ,2$ à la cime du puy de Dôme. Malgré ces conditions si peu semblables, les régions élevées du centre de la France ont été beaucoup moins froides que les régions basses, cette année, comme il y a deux ans,

et l'interversion de la température pendant la nuit aux altitudes de 1000^m à 2000^m, que j'ai signalées dès l'année 1878, s'est manifestée encore en s'accentuant beaucoup.

» Ainsi ont été moins froides à la cime du puy de Dôme qu'à Clermont vingt nuits en novembre 1881, seize nuits en décembre, vingt-quatre nuits en janvier 1882 et dix-huit nuits en février, en tout soixante-dix-huit nuits sur cent vingt pendant quatre mois, c'est-à-dire à peu près les deux tiers.

» Dans les mois de janvier et de février, trente-sept fois de suite sans



aucune interruption, du 10 janvier au 15 février, la température a été moins basse à la station de la montagne qu'à la station de la plaine, comme le montrent les figures ci-jointes; les différences s'élèvent souvent à 8° ou 10°. Le 20 janvier, à 7^h du matin, tandis qu'à Clermont nous avions $-6°,4$, au puy de Dôme le thermomètre marquait $+6°,7$, c'est-à-dire 13°,1 de plus.

» Les nombres suivants montrent jusqu'à quel point les températures ont été interverties.

	Clermont. Minima.	Puy-de-Dôme. Minima.	Différence.
	o	o	o
8 novembre 1881	+ 1,4	+ 8,4	7
20 »	− 4,6	+ 3,0	7,6
28 décembre	− 7,4	+ 3,9	11,3
29 »	− 6,0	+ 2,4	8,4
20 janvier 1882	− 6,8	+ 5,8	13,6
10 février	−10,7	− 2,4	8,3

» Notons enfin que la température moyenne du mois de janvier a été elle-même un peu plus forte au puy de Dôme qu'à Clermont : elle s'est trouvée ici de 3°, 6 et là de 3°, 8.

» Mais, si les deux hivers comparés diffèrent beaucoup au point de vue de la température, ils se ressemblent par les conditions générales de l'atmosphère, qui ont été les mêmes à ces deux époques.

» Pendant le premier, c'est-à-dire en 1879-1880, à partir du 7 décembre, il s'était établi dans toute l'Europe occidentale une aire de hautes pressions dépassant souvent 0m, 780, dont le centre a oscillé de la France à la Pologne, et de l'Autriche au Danemark. Cette distribution des pressions de l'air à la surface de notre continent s'était maintenue à peu près intégralement pendant deux mois, la période des grands froids de cette année. Alors, il y eut interversion de la température avec l'altitude, froid excessif à Clermont et température relativement douce au sommet du puy de Dôme.

» L'hiver dernier, le phénomène qui a attiré surtout l'attention des météorologistes est l'intensité et la persistance des aires de hautes pressions qui ont occupé l'Europe centrale en novembre, décembre, et particulièrement en janvier et au commencement de février. C'est pendant les périodes correspondantes de ces fortes pressions que l'interversion de la température s'est manifestée. De là, une nouvelle confirmation de la règle que j'ai établie, il y a deux ans : *Toutes les fois qu'une aire de hautes pressions couvre l'Europe centrale et surtout la France, il y a dans nos climats interversion de la température avec l'altitude.*

» Ainsi, pour ne citer qu'un exemple frappant, un régime de hautes pressions s'établit dès le 8 janvier d'abord sur la France, puis le lendemain sur l'Europe, y demeure sans discontinuité tout le reste du mois, et continue en février jusqu'au 11, et même sur la France centrale jusqu'au 16.

Coïncidence remarquable, dès le 8 janvier, les nuits sont moins froides au puy de Dôme qu'à Clermont, sans aucune interruption, jusqu'au 16 février, et les différences de température sont celles que nous avons indiquées plus haut, oscillant entre 8° et 13°.

Il y a plus, dès qu'une dépression se rapproche de nous, immédiatement l'interversion de la température diminue ou disparaît. A partir du 4 novembre 1881, les hautes pressions s'établissent sur nos régions, et de suite la courbe des températures minima du puy de Dôme s'élève au-dessus de celle de Clermont : mais, le 16 et le 17, le 21 et le 22, des perturbations se font sentir, les deux courbes se rapprochent et se coupent. Le 26, une dépression d'une grande intensité arrive de l'Océan : aussitôt, la marche de la température redevient normale dans nos deux stations de la plaine et de la montagne.

» Rappelons, enfin, que l'interversion de la température se constate à toutes les époques de l'année à l'observatoire du puy de Dôme, et que seulement elle est plus fréquente et plus marquée en hiver qu'en été, ce qui tient aux conditions générales de l'atmosphère en ces deux stations.

» Le singulier phénomène de l'interversion de la température avec l'altitude étant aujourd'hui bien constaté, et les circonstances où il se produit bien connues, il serait très intéressant de savoir jusqu'à quelle altitude il se continue. Nous appelons donc de tous nos vœux des recherches sur ce sujet. En tout cas, si à l'Observatoire de Paris, sous l'inspiration de son Directeur M. Mouchez, des observations météorologiques doivent se faire en ballon à des hauteurs variables, il faudra évidemment choisir des époques où des aires de fortes pressions couvriront l'Europe centrale, comme cela s'est présenté fréquemment cet hiver.

» Un autre caractère de l'hiver 1881-1882 à signaler dans la France centrale est sa sécheresse excessive. En novembre, deux jours de pluie ont donné à Clermont $3^{mm},2$ d'eau, en décembre dix jours ont fourni 25^{mm}, et un seul jour en janvier a produit $4^{mm},7$, de sorte que, pendant trois mois, il n'est tombé que $32^{mm},9$ ou 33^{mm} d'eau, ou en moyenne 11^{mm} par mois. Déjà, nous avions eu pendant l'été une sécheresse très grande qui avait duré quarante-cinq jours, du 24 juin au 17 août; dans cette longue période les orages, très rares, n'avaient amené que la chute de $14^{mm},3$ de pluie. Comme la fin d'août, les mois de septembre et d'octobre n'ont apporté que 103^{mm} d'eau, il en résulte que pendant sept mois, c'est-à-dire depuis le 1er juillet 1881 jusqu'au 1er février 1882, la quantité de pluie tombée ne dépasse pas $150^{mm},2$. Aussi, le débit de toutes les sources ayant diminué

dans de grandes proportions, les populations des campagnes éprouvent de l'inquiétude, et la ville de Clermont elle-même a été obligée de prendre des mesures exceptionnelles pour assurer à ses habitants un approvisionnement d'eau suffisant.

» Nous terminerons en notant que le 17 janvier, à 11^h du matin, par une température de $7^\circ,3$ et un temps très beau, la pression barométrique s'est élevée à $749^{mm},0$ à Clermont, à l'altitude de 388^m, ce qui donne à la température de zéro et au niveau de la mer $786^{mm},77$ au lieu de $786^{mm},92$ obtenus le même jour au parc de Saint-Maur, à 10^h du matin. La différence est de $0^{mm},15$. C'est la pression la plus forte qui ait été observée dans notre contrée, depuis qu'on y fait des observations régulières, c'est-à-dire depuis quinze ans, et probablement depuis une époque bien plus reculée. »

M. Faye, à propos de la Communication de M. *Alluard*, fait les remarques suivantes :

« Un de nos confrères, M. Hébert, m'a fait remarquer que l'interversion des températures dans le sens de la hauteur a déjà été signalée par Arago dans un Rapport à l'Académie (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1839, p. 411). Depuis cette époque ce phénomène, longtemps négligé, a fini par frapper les observateurs par les proportions considérables qu'il prend en certaines occasions. Il se rattache évidemment à la formation des aires de haute pression qui s'établissent sur des régions étendues à certaines époques, et disparaît en même temps qu'elles. Si, comme l'a annoncé M. Alluard, le mont Blanc est parfois visible du puy de Dôme à une distance de 280^{km}, nous aurions là un moyen d'étudier à ces époques la répartition des densités dans les couches basses de l'atmosphère et particulièrement à l'époque du phénomène en question. Il faudrait pour cela instituer des observations sur la réfraction géodésique entre les deux stations, c'est-à-dire entre les cimes du puy de Dôme et certains points facilement accessibles du massif du mont Blanc. Les belles opérations géodésiques que les officiers du Dépôt de la Guerre, sous la direction du colonel Périer, ont effectuées récemment, avec les officiers espagnols, entre les montagnes de l'Algérie et celles de la côte opposée, justement à la même distance de 270^{km} ou 300^{km}, montrent qu'il ne serait nullement impossible d'instituer des mesures de distances zénithales réciproques et simultanées entre des signaux lumineux placés au mont Blanc et au puy de Dôme. Je me propose d'appeler sur ce point l'attention du Bureau des Longitudes. »

CHIMIE. — *Sur l'équivalent du carbone déterminé par la combustion du diamant.* Lettre à M. Dumas, par M. **H.-E. Roscoe.**

« Je me suis occupé de quelques expériences sur la combustion du diamant par l'oxygène, en opérant sur les diamants du Cap. Dans votre Mémoire publié en 1840, on voit que vous aviez fait usage, avec M. Stas, des diamants du Brésil. J'ai adopté exactement les dispositions dont vous aviez fait usage et j'ai pris les mêmes précautions que vous; elles m'ont paru nécessaires et je les ai trouvées suffisantes.

» Le diamant du Cap ne contient pas trace d'hydrogène.

» Il renferme toujours quelques traces d'une matière incombustible: cendres de diamant.

» Il se comporte donc comme du carbone pur.

» De six expériences, dont les résultats sont absolument identiques aux vôtres, j'ai obtenu, pour $6^{gr},4406$ de diamant, 23,6114 acide carbonique contenant 17,1708 oxygène.

» En représentant l'oxygène par 15,96, le carbone devient 11,07. »

M. **Dumas**, après avoir donné communication de ces résultats, fait remarquer que, d'après eux, si on représente l'oxygène par 16, le carbone l'est à son tour par 12,002, c'est-à-dire par un nombre entier, à $\frac{1}{6000}$ près.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition des sels de plomb par les alcalis.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« On admet ordinairement que les liqueurs alcalines en léger excès déterminent dans les sels de plomb un précipité blanc d'oxyde hydraté; la réaction est moins simple, et il se forme le plus souvent des composés intermédiaires, parfois assez difficiles à décomposer. Examinons, par exemple, ce qui se passe avec le chlorure de plomb.

» Si, après avoir mis en suspension dans l'eau une certaine quantité de ce sel, on ajoute un peu de potasse et qu'on agite, toute trace d'alcalinité disparaît au bout de quelques instants; on peut recommencer l'opération à plusieurs reprises, sans que la liqueur bleuisse le papier de tournesol; mais cependant le chlorure de plomb se modifie graduellement; il jaunit faiblement d'abord, puis il augmente de volume, et finalement se change

en une masse blanche qui remplit tout le liquide; à partir de ce moment, l'addition d'une faible quantité de potasse donne la réaction alcaline à la liqueur. Le produit blanc obtenu est formé d'une foule de petites aiguilles transparentes, réunies en groupes rayonnés qui s'accolent les unes aux autres : c'est un oxychlorure dont la formule est PbCl, 2PbO.

» Si, après avoir soigneusement purifié cet oxychlorure, on le met en suspension dans de l'eau, les premières portions de potasse que l'on ajoute le font jaunir un peu, la liqueur demeure alcaline et renferme du chlore que l'on dose aisément avec une solution titrée d'argent. On constate alors qu'en ajoutant successivement de petites quantités de potasse, la teneur de la liqueur en chlore ne varie que très peu; c'est-à-dire que, tant que la solution de potasse n'atteint pas un certain degré de concentration, elle ne décompose pas l'oxychlorure, qui se dissout tout simplement, à raison d'environ 110^{gr} par litre, à la température de 19°.

» Mais, quand la liqueur devient assez riche en potasse, on voit bientôt l'oxychlorure s'altérer; il se colore en gris, et rapidement se transforme en paillettes d'oxyde anhydre qui s'assemblent au fond du vase; la rapidité de la décomposition tient à ce que l'oxychlorure ne renferme que peu de chlore (7,66 centièmes), et que, par suite, il suffit de peu de potasse pour le transformer en chlorure de potassium.

» Inversement, lorsqu'on traite de l'hydrate d'oxyde de plomb par du chlorure de potassium, à la température ordinaire, la liqueur devient presque immédiatement alcaline, l'oxyde jaunit un peu et son volume augmente par suite de la formation des aiguilles d'oxychlorure. A mesure qu'on ajoute du chlorure de potassium, ces cristaux continuent à se produire, en même temps que de la potasse, et cela tant que la concentration de la liqueur alcaline est insuffisante pour provoquer l'attaque de l'oxychlorure; mais, quand ce degré de concentration est atteint, deux réactions deviennent possibles : d'une part, la décomposition de l'oxychlorure de plomb par la potasse, avec formation d'oxyde de plomb et de chlorure de potassium; d'autre part, la destruction du chlorure de potassium par l'oxyde de plomb, avec production de potasse et d'oxychlorure. Ces deux réactions inverses déterminent l'établissement d'un état particulier d'équilibre qui prend naissance ici, comme dans toutes les circonstances analogues. A une température fixe, il existe une infinité de proportions de potasse et de chlorure de potassium capables de se maintenir deux à deux respectivement en équilibre, en présence du chlorure et de l'oxyde de plomb, qui tendent à devenir oxychlorure. Ces quantités correspondantes

de potasse et de chlorure de potassium, prises pour coordonnées d'un même point, se distribuent sur des courbes très régulières, et variables avec la température de l'expérience. Ces courbes étant construites, on peut déterminer *a priori* les quantités d'alcali et de son chlorure qui se trouvent dans une liqueur donnée mise en présence d'un excès d'oxychlorure sur lequel elle n'a plus d'action; elles sont en effet fournies par des droites qui, partant de points d'un des axes coordonnés définis par la composition initiale de la liqueur, traversent le système des courbes d'égale température en restant toujours parallèles à une direction unique inclinée sur l'axe d'un angle dont la tangente est le rapport $\frac{KO}{KCl} = \frac{47}{74,5}$.

» L'oxychlorure de plomb qui se produit dans ces circonstances est altérable à la lumière qui le colore lentement et à la surface en brun rouge foncé. Un excès de potasse le détruit, en donnant de l'oxyde de plomb anhydre.

Le chlorure de plomb n'est pas le seul à se comporter ainsi : sous l'influence des alcalis, le bromure agit de même, et j'ai déjà eu l'occasion de montrer (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1454) que l'iodure donne lieu à des phénomènes analogues. Les sels oxygénés, eux aussi, sont d'abord incomplètement décomposés; on sait, par exemple, que le nitrate de plomb, sous l'influence de l'ammoniaque en plus ou moins grand excès, donne toute une série de sous-azotates; l'un d'eux, $AzO^5 PbO, PbO, HO$, peut être obtenu très aisément cristallisé; il suffit, en effet, d'abandonner plusieurs mois dans l'eau pure, qui le dissout fort peu, le précipité que donne dans l'azotate de plomb un faible excès d'ammoniaque : il se transforme peu à peu en cristaux très brillants et très nets; ce sont de petits octaèdres, dont la densité à zéro est 5,930, tandis que celle du nitrate ordinaire $PbO AzO^5$ est de 4,3 environ.

La potasse en faible excès ne donne pas non plus d'hydrate; il se forme tout d'abord un sous-sel blanc $AzO^5, 6PbO$ qui se précipite, et qui n'est détruit que par des liqueurs alcalines plus concentrées. Ces sous-sels, comme l'oxyde hydraté, sont décomposés par les lessives alcalines en donnant de l'oxyde anhydre; les phénomènes qui accompagnent cette transformation, et les formes diverses que l'oxyde de plomb peut affecter dans ces circonstances, feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur la solution du sulfate de nickel, à froid.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Debray.

« I. Dans la dernière Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai appelé l'attention sur l'influence que le rapport du poids de l'acide acétique au poids de l'oxyde de nickel exerce sur la formation du sulfure de nickel lors de l'action du gaz sulfhydrique sur la solution de l'acétate acide de nickel.

» On peut vérifier un fait de même ordre avec le sulfate du même métal.

» *a.* $0^{gr},200$ de sulfate neutre (1) et anhydre sont dissous dans 140^{cc} d'eau. La solution étant saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, on scelle le matras, et on l'abandonne à la température ambiante : soit + 20° à + 27° pour cette expérience. Moins d'une demi-heure après, la liqueur se trouble; un précipité apparaît et augmente peu à peu. Si l'on arrête l'expérience au bout de quarante-huit heures, par exemple, le sulfure métallique formé donne par oxydation $0^{gr},1805$ de sulfate, c'est-à-dire les $\frac{9}{10}$ du poids initial. Le dosage du sulfate non précipité donne $0^{gr},0185$. Perte : $0^{gr},001$.

» *b.* Dissolvons dans le même volume d'eau, 140^{cc}, un poids bien supérieur de sulfate, soit $1^{gr},100 = (0^{gr},200 \times 5,5)$; les autres conditions de l'expérience restent, d'ailleurs, les mêmes que dans la précédente, et, par conséquent, la durée; on trouve encore que le poids du sulfate obtenu par l'oxydation du sulfure formé est sensiblement les $\frac{9}{10}$ du sulfate mis en expérience, exactement $0^{gr},987$. Le dosage du sulfate resté en solution donne $0^{gr},110$. Perte : $0^{gr},003$.

» Les résultats obtenus au bout du même temps, et dans les mêmes

---

(1) On ne peut obtenir sûrement le sulfhydrate de nickel neutre et bien exempt de tout excès d'acide sulfurique libre que par l'action de la chaleur, et nullement par des recristallisations successives. Ce sulfate retient, en effet, très énergiquement des traces d'acide sulfurique. C'est aussi le seul procédé certain pour les sulfates de zinc, cadmium, cobalt, cuivre, etc. Ces sels étant stables à une température relativement élevée, on les maintient à une température voisine de celle de l'ébullition du mercure. Cependant, même à 350°, le sulfate de nickel retient souvent encore, dans certaines circonstances, une quantité appréciable d'acide en excès, qu'on ne peut chasser qu'à la température d'ébullition du soufre. Le sel a alors exactement la composition NiO, SO^3.

conditions d'expérience, sont donc indépendants de l'état de concentration de la solution métallique.

» II. Tandis que pour le zinc, ainsi que le dit Berzélius, et comme je l'ai vérifié, *la précipitation s'arrête quand la liqueur est devenue acide, jusqu'à un certain point,* pour le nickel, au contraire, je n'ai observé rien de semblable.

» *c.* En effet, si au lieu d'arrêter l'expérience après quarante-huit heures, comme pour *b*, on interrompt le vingt et unième jour seulement (la température ayant oscillé de + 12° à + 16°), on obtient $1^{gr},079$ comme poids du sulfate formé par l'oxydation du sulfure. Contrôle dans les eaux : $0^{gr},019$. Perte : $0^{gr},002$ pour $1^{gr},100$.

» *d.* Laisse-t-on plus de durée encore à l'expérience, les autres conditions restant, d'ailleurs, toujours les mêmes, et la température variant de + 12° à + 18°, on ne trouve plus dans la dissolution que $0^{gr},008$, après trente-deux jours, pour $1^{gr},100$ de sulfate qui ont été employés.

» Pour le nickel, la quantité de sulfure formé par le gaz sulfhydrique dans la solution de sulfate est donc fonction de la durée de l'expérience.

» III. Ces résultats sont indépendants de l'état de saturation de la solution par le gaz sulfhydrique, car la précipitation présente les mêmes particularités, si l'on sature la dissolution métallique refroidie à 0° ou portée à 30°, par exemple (¹), température à laquelle la solubilité du gaz sulfhydrique dans l'eau est presque la moitié de celle dans le même liquide à 0°. La précipitation est seulement moins rapide.

» *e.* Ainsi, avec $1^{gr},100$ de sulfate dissous dans 140^{cc} d'eau saturée à 30°, les eaux ne retiennent plus, après vingt-huit jours d'action à la température ambiante, que $0^{gr},044$ du sel, et le sulfure oxydé donne $1^{gr},054$ de sulfate. — Perte : $0^{gr},002$.

» IV. Le poids du sulfure de nickel formé augmentant avec la durée de l'expérience; il en résulte que la quantité d'acide sulfurique mise en liberté augmente aussi, et comme la réaction a lieu, toutes choses égales d'ailleurs, avec une solution étendue ou concentrée de sulfate de nickel, ainsi que je viens de l'établir, on pourrait croire que la formation de ce

(¹) Schönfeld et Paule, *Table des solubilités du gaz sulfhydrique dans l'eau* (*Annalen der Chem. und Pharm.*, t. XCIII, p. 26).

A 0°	4,37	A 15°	3,23	A 30°	2,33
5	3,96	20	2,90	35	2,08
10	3,58	25	2,60		

sulfure est *toujours* indépendante du rapport du poids de l'acide libre au poids du sulfate non décomposé.

» Les observations précédentes ainsi interprétées ne conduiraient cependant pas à une conclusion exacte; car cette précipitation progressive du sulfure dans les conditions précisées plus haut n'est due qu'à une réaction secondaire, dans laquelle le sulfure de nickel formé intervient en formant du sulfhydrate de sulfure, ainsi que je le démontrerai.

» L'addition d'une certaine quantité d'acide sulfurique à la solution du sulfate de nickel neutre modifie en effet le phénomène.

» *f*. Avec $1^{gr},100$ de sulfate neutre dissous dans 140^{cc} d'eau saturée de gaz sulfhydrique à 0°, on ne voit apparaître aucun dépôt de sulfure, *à la température ambiante*, même après trois mois, lorsqu'on ajoute à la solution un poids d'acide sulfurique libre, égal à celui contenu dans le sel mis en expérience.

» Cet état d'équilibre ne se modifie pas si l'on étend d'eau. Ainsi, dans l'expérience précédente (*f*), si l'on ramène le volume initial 140^{cc} à $770^{cc} = 140 \times 5,5$ (ce qui ne correspond plus alors qu'à une solution de $0^{gr},200$ $NiOSO^3$ dans 140^{cc}) et si on sature à nouveau par le gaz sulfhydrique à 0° avant de sceller le vase, il ne se forme encore aucune trace de sulfure; on peut même amener le volume à être vingt fois celui du volume initial, c'est-à-dire à $2^{lit},800$, saturer par le gaz sulfhydrique à 0° et se replacer dans les mêmes conditions de température en vase clos ($t = +12^o$ à $+18^o$) sans que l'état du milieu se modifie. La solution ne renferme pourtant plus que $0^{gr},023$ d'acide sulfurique anhydre libre, et $0^{gr},055$ de sulfate pour le volume de 140^{cc}.

» Il suffit même, pour annihiler l'action du gaz sulfhydrique dans les circonstances que j'ai *précisées*, que la solution renferme comme acide sulfurique libre le quart du poids de l'acide du sel [1].

» La formation du sulfure de nickel par l'hydrogène sulfuré et l'oxyde de nickel en présence de l'acide sulfurique est donc fonction du rapport des poids de l'acide et du *métal* en présence, et nullement de l'acidité relative

---

[1] Ce qu'on obtient avec la solution de $0^{gr},200$ de sulfate dans 140^{cc} d'eau renfermant $0^{gr},026$ d'acide SO^3 libre.

Tandis que, toutes choses égales d'ailleurs, du sulfure se formerait et augmenterait en quantité, progressivement avec le temps, si, au lieu de dissoudre dans ces 140^{cc} d'eau renfermant $0^{gr},026$ d'acide de SO^3 libre un poids de $0^{gr},200$ de sulfate, on y mettait $5\frac{1}{2}$ fois plus de sulfate, c'est-à-dire $1^{gr},100$. A une température ne dépassant pas 20°, il y a déjà du sulfure formé après vingt heures d'expérience.

de la liqueur, c'est-à-dire du rapport en poids de l'acide libre et de l'eau.

» Il y a dans ce fait un enseignement d'une haute importance pour l'analyse et dont je tire parti depuis plus de trois ans, pour la séparation du nickel et du zinc. Pour ce dernier métal, en effet, comme je le montrerai dans l'exposé de mes recherches sur le zinc, la précipitation du sulfure est au contraire fonction de l'acidité relative de la liqueur et non pas du rapport des poids de l'acide et du *métal* en présence; de telle sorte que, en étendant la liqueur zincique proportionnellement à la quantité d'acide libre, le zinc peut être précipité *seul et complètement* à l'état de sulfure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur l'ozone.* Note de M. MAILFERT.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats obtenus par l'action de l'ozone sur le soufre, le sélénium, le tellure, sur les sulfures et sur quelques matières organiques.

» *Soufre, sélénium, tellure.* — On sait, d'après les expériences de M. Thenard, que le soufre passe à l'état d'acide sulfureux sous l'influence de l'ozone.

» Lorsque le soufre et l'ozone sont parfaitement secs, il ne paraît pas se former d'acide sulfurique. Si, au contraire, la réaction se fait en présence de l'eau, on obtient de l'acide sulfurique sans acide sulfureux : c'est du moins le résultat qui a été constaté dans un grand nombre d'expériences. En présence d'un alcali, il se forme un sulfate.

» Avec le sélénium et le tellure, l'ozone donne également, en présence de l'eau, les acides sélénique et tellurique. On n'a obtenu, dans aucune réaction, ni l'acide sélénieux, ni l'acide tellureux.

» *Sulfures.* — La plupart des sulfures, sinon tous, sont attaqués plus ou moins rapidement par l'ozone. Les uns donnent des sulfates, et les autres de l'acide sulfurique et un précipité, qui est ordinairement du peroxyde.

» Avec les sulfures de cuivre, d'antimoine, de zinc, de cadmium et les sulfures alcalins et alcalino-terreux, on obtient des sulfates.

» Les sulfures de nickel et de cobalt se transforment d'abord en sulfates; puis, si l'on continue la réaction, une partie de l'acide sulfurique est mise en liberté, et il se forme des peroxydes.

» Le sulfure d'or donne un précipité d'or et de l'acide sulfurique.

» Avec les sulfures de platine, d'argent et de bismuth, on obtient également de l'acide sulfurique libre.

» Les sulfures de mercure ne sont que très lentement attaqués par l'ozone.

Ceux que l'on avait produits par précipitation donnèrent à peine quelques traces d'acide sulfurique ou de sel acide, après avoir été soumis plus de trente heures à un courant d'ozone. L'attaque est moins lente lorsqu'on introduit ces précipités avec de l'eau dans des flacons d'ozone, et qu'on agite de temps en temps.

» L'action très prolongée de l'ozone sur les sulfures de manganèse, de palladium et de plomb fait passer entièrement chacun de ces métaux à l'état de peroxydes, et tout le soufre à l'état d'acide sulfurique qui reste en liberté. Le sulfure de manganèse donne en outre de l'acide permanganique. Ces résultats sont identiques à ceux que l'on obtient en faisant agir l'ozone sur les sulfates correspondants.

» *Matières organiques.* — Bien que je n'aie fait que commencer à étudier l'action de l'ozone sur les matières organiques, je ferai connaître cependant les résultats qui ont été obtenus avec quelques carbures d'hydrogène.

» *Formène* et *éthylène.* — Ces deux carbures, soumis à l'action de l'ozone, donnent les acides carbonique, formique et acétique.

» *Acétylène.* — Formation d'acide carbonique et d'acide formique. On n'a pas constaté la présence de l'acide acétique.

» *Amylène.* — L'amylène donne avec l'ozone les acides carbonique, butyrique et valérianique. L'acide formique et l'acide acétique, s'ils se produisent, ne sont qu'en faible proportion.

» *Benzine* et *toluène.* — Avec ces deux carbures, on obtient, entre autres produits d'oxydation, les acides carbonique, formique, acétique et probablement d'autres acides de la série grasse. Il se forme en outre avec la benzine une matière solide brun foncé et avec le toluène un liquide sirupeux également brun. Ces matières, n'ayant pas été obtenues en quantité suffisante, n'ont pas encore pu être complètement analysées. Celle que l'on obtient avec la benzine renferme de l'acide oxalique, et un peu de nitrobenzine lorsque l'on fait agir l'ozone sur le carbure en présence de l'azote ».

CHIMIE. — *Sur l'absorption des corps volatils à l'aide de la chaleur.* Note de M. TH. SCHLŒSING.

« L'absorption des corps volatils est un problème encore imparfaitement résolu; les solutions qu'il a reçues dans l'industrie sont souvent dispendieuses ou incomplètes. Les considérations et les faits que je vais exposer feront, sans doute, avancer d'un pas la question.

» Quelle que soit l'hypothèse qu'on admette sur la constitution des gaz, il est certain que leur absorption par les réactifs se fait en vertu de la mobilité propre de leurs molécules. Cette simple remarque aurait dû faire comprendre que les corps dont les molécules sont douées de cette mobilité sont seuls capables d'être absorbés convenablement par un court passage à travers un réactif. Or, dans un grand nombre de cas, les corps volatils qu'on se propose d'absorber s'offrent à l'état de poussières, liquides ou solides, suspendues dans un mélange gazeux. Ces poussières n'ont pas de mobilité propre. En traversant les absorbants, elles ne sont fixées que par suite de rencontres, pour ainsi dire fortuites, avec eux; mais elles n'ont en aucune façon la faculté de se mouvoir spontanément, de se diffuser, comme les molécules gazeuses, pour aller chercher le réactif et s'y fixer.

» J'ai reproduit souvent une expérience de cours assez frappante, qui montre combien est difficile l'absorption des corps volatils, quand ils sont en poussières. On remplit d'ammoniaque liquide un long tube de verre presque horizontal. On y fait arriver bulle à bulle, par l'extrémité inférieure, de l'air chargé de gaz chlorhydrique. On croirait que la dissolution va absorber en un instant tout le gaz acide. Il n'en est rien. Le gaz ammoniac se diffuse dans les bulles d'air dès qu'elles paraissent, y rencontre l'acide, et forme avec lui une poussière blanche de chlorhydrate d'ammoniaque, qui persiste durant le lent trajet des bulles le long du tube et est entraînée avec elles.

» Pour remédier à cette difficulté d'absorption des corps volatils en poussières, on a été obligé, dans l'industrie, de développer outre mesure les appareils contenant les absorbants, témoin la tour monumentale aujourd'hui en usage pour l'absorption des fumées d'acide chlorhydrique. Il y a pourtant un moyen bien simple de retenir ces poussières à la façon des gaz : c'est de leur rendre, par une application convenable de la chaleur, l'état gazeux qu'elles ont perdu par refroidissement au cours de la fabrication, ou mieux encore d'éviter ce refroidissement. Voici, à ce sujet, des expériences concluantes :

» 1° Un courant d'air, chargé de poussières liquides d'acide sulfurique, passe dans un tube disposé sur un fourneau et rempli de fragments de sel marin. Tant que le tube est froid, il débite un mélange de fumées d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique. Le chauffe-t-on vers 350°, on ne recueille plus que des fumées de ce dernier acide sans trace du premier. Par la chaleur, l'acide sulfurique a repris l'état gazeux, et s'est précipité sur le sel marin.

» 2° On injecte du gaz chlorhydrique dans un courant d'air froid, qui traverse une colonne verticale de ponce arrosée d'un filet d'eau continu. Des fumées d'acide chlorhydrique sortent de l'appareil. On entoure la colonne d'un manchon où l'on fait circuler de la vapeur d'eau à 100°, et, en même temps, on injecte un filet de vapeur dans le courant d'air. L'absorption de l'acide est parfaite. L'air sortant barbote trois heures dans une dissolution de nitrate d'argent sans la troubler.

» On peut disposer du volume d'eau versé sur la ponce, de manière à obtenir une dissolution d'acide chlorhydrique très voisine de l'hydrate stable qui distille à 110°, et propre à la préparation du chlore par le procédé de M. Weldon, alors même que l'acide est en très faible proportion dans le mélange gazeux.

» 3° Des poussières de carbonate d'ammoniaque passent avec de l'air dans une petite tourelle à coke, arrosée d'acide sulfurique étendu; une partie de l'alcali est emportée au dehors. Si l'on élève la température vers 100°, l'absorption est totale et presque instantanée.

» Comment n'a-t-on pas encore songé au moyen si simple que je propose, l'emploi de la chaleur, pour l'absorption des fumées des corps volatils? J'en crois voir la cause dans une confusion d'idées. On a assimilé l'absorption de ces fumées à la condensation des vapeurs dans les appareils distillatoires et l'on a cherché à l'obtenir, comme celle-ci, par voie de refroidissement.

» Pour ma part, j'ai appliqué la chaleur avec plein succès à l'absorption du carbonate d'ammoniaque dans deux industries différentes.

» Je me propose de l'appliquer aussi au dosage de l'acide nitrique dans l'atmosphère. M. Boussingault a démontré que cet acide ne peut y exister qu'en combinaison avec l'ammoniaque, sous la forme d'une poussière saline d'une extrême ténuité. Je me suis assuré que vers 100° le nitrate d'ammoniaque a une tension de vapeur bien suffisante pour que sa poussière soit intégralement transformée en vapeur dans l'air porté à cette température. Il ne me reste donc, pour doser l'acide nitrique dans l'atmosphère, qu'à choisir l'appareil et l'absorbant les plus convenables. »

CHIMIE. — *Sur l'oxydation de l'acide pyrogallique dans un milieu acide;* par MM. PH. DE CLERMONT et P. CHAUTARD.

« L'oxydation de l'acide pyrogallique dans un milieu acide a été étudiée pour la première fois, en 1869, par M. Aimé Girard, qui parvint à

isoler, par l'action du permanganate de potassium additionné d'acide sulfurique, un corps bien cristallisé en aiguilles rouge brun, assez semblables comme aspect aux cristaux d'alizarine sublimée.

» Dans un Mémoire inséré aux *Comptes rendus* [1], il décrivit les propriétés physiques de ce corps, appelé par lui *purpurogalline,* passa en revue l'action des différents réactifs, et lui attribua, d'après les résultats de l'analyse centésimale, la formule empirique $(C^{20}H^{16}O^{9})^{n}$.

» En 1872, Wichelhaus fit réagir l'acide chromique sur le pyrogallol et prépara, de cette façon, un corps dont il établit la parfaite identité avec la purpurogalline, par l'action des réactifs [2].

» L'analyse élémentaire lui donna, pour la composition centésimale de ce corps, des nombres différents de ceux qu'avait obtenus M. Girard, et le conduisit à la formule $(C^{18}H^{14}O^{9})^{n}$.

» Il imagina, de plus, pour expliquer la constitution de la purpurogalline, une formule rationnelle absolument hypothétique, fondée sur l'analogie de ce corps avec la phénoquinone et ses homologues.

» Nous nous sommes proposé d'abord d'établir la véritable formule de la purpurogalline.

» Nous avons préparé plusieurs centaines de grammes de ce corps, pour la plus grande partie par le procédé que nous exposerons dans une prochaine Communication, mais en certaine quantité cependant d'après la méthode de M. Girard.

» L'acide pyrogallique a été oxydé également par le nitrate d'argent en solution dans l'eau. La matière provenant de ces diverses préparations a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool et la benzine, ou par sublimation ; puis analysée.

» Les résultats de plusieurs analyses concordantes sont identiques avec ceux qu'a publiés M. Girard.

» On a préparé les sels de baryum et de sodium, les dérivés bromé, acétylé, éthylé, azoté de la purpurogalline. Les résultats des analyses de ces composés, qui seront décrits dans une Note que nous aurons l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie, concordent bien avec la formule $C^{20}H^{16}O^{9}$.

» Enfin on a fait réagir en tubes scellés l'acide iodhydrique sur la purpurogalline, et l'on a ainsi obtenu un carbure d'hydrogène en C^{10} et

---

(1) AIMÉ GIRARD, *Comptes rendus,* t. LXIX, p. 865; 1869.

(2) WICHELHAUS, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* t. V, p. 846; 1872.

d'autres carbures plus élevés, probablement ses homologues supérieurs en C^{10n}.

» La composition de ces dérivés nous permet d'adopter pour la vraie formule de la purpurogalline $C^{20}H^{16}O^{9}$, et de rejeter absolument celle en $C^{18}H^{14}O^{9}$, proposée par M. Wichelhaus.

» Les différences trouvées par ce savant dans la composition centésimale de la purpurogalline tiennent certainement à ce qu'il a opéré sur une matière insuffisamment purifiée et par conséquent non homogène, car, ainsi que nous l'avons reconnu, la purpurogalline n'est pas le seul produit d'oxydation de l'acide pyrogallique par le permanganate de potasse; d'autres corps prennent naissance dans la réaction et sont contenus dans les eaux mères.

» M. A. Girard recommande d'opérer sur de petites quantités d'acide pyrogallique, et donne comme rendement minimum le chiffre déjà faible de 12 pour 100. Il indique de plus comme accompagnant la purpurogalline, quand on ajoute un excès de permanganate, la production d'un corps brun qu'il n'a pas analysé.

» Nous avons remarqué, à la suite d'expériences nombreuses, effectuées dans des conditions très différentes, qu'il vaut au contraire mieux opérer sur de grandes quantités à la fois, et que les rendements qu'on obtient avec de l'acide pyrogallique du commerce ne dépassent guère 5 à 6 pour 100.

» De plus, le corps brun qui prend naissance en présence d'un excès de sel de potasse n'est autre chose que de la purpurogalline colorée par des traces d'oxyde de manganèse.

» Enfin, quand la réaction est terminée et que la purpurogalline est précipitée, on observe que, si l'on ne filtre pas rapidement, la matière solide disparaît, et que la liqueur reste parfaitement limpide.

» Nous avons alors pensé que la purpurogalline n'était peut-être que le premier produit de la réaction, et qu'elle était susceptible de se transformer en d'autres composés plus solubles dans l'eau.

» Les eaux mères, que l'on obtient en très grande quantité dans cette préparation, 3^{lit} environ pour 5^{gr} de produit, ont été traitées de deux manières différentes et ont fourni deux corps qui avaient passé inaperçus.

» Dans les eaux mères que l'on a récemment séparées de la pyrogalline, on précipite les sulfates potassique et magnésien par le chlorure de baryum, puis à la liqueur filtrée on ajoute à peu près son volume d'alcool à 98°. Au bout de quelques heures, à froid, ou de peu d'instants si l'on chauffe, on

obtient un précipité d'un beau vert mordoré, rose par transparence, qui se dépose sur les parois du vase. Séché à 100°, lavé à l'eau et à l'alcool, ce corps a été analysé; sa composition centésimale et ses réactions nous ont permis de l'identifier avec la pyrogalloquinone $C^{18}H^{14}O^{8}$, corps peu connu, que M. Wichelhaus a obtenu, il y a quelques années, en mélangeant à froid deux solutions aqueuses d'acide pyrogallique et de quinone.

» La production de la pyrogalloquinone, dans cette réaction, n'a rien qui doive surprendre; on sait depuis longtemps que son homologue, la phénoquinone $C^{18}H^{14}O^{4}$, est le principal produit d'oxydation du phénol.

» Quand, au contraire, on abandonne les eaux mères à elles-mêmes pendant plusieurs jours, et qu'on vient à les dessécher, le résidu, repris par l'alcool absolu, abandonne à ce dernier une substance organique qui le colore en brun foncé. Cette solution alcoolique, décolorée par le noir animal, puis évaporée, laisse déposer de petites aiguilles et des tables prismatiques transparentes, parfaitement formées, qui, desséchées, présentent un aspect argenté magnifique.

» Nous n'avons pas encore déterminé la composition de ce corps.

» En résumé, des expériences relatées ci-dessus, et de l'observation d'un grand nombre de faits qui seront consignés dans un Mémoire plus étendu, on peut tirer les conclusions suivantes :

» I. La véritable formule de la purpurogalline est $C^{20}H^{16}O^{9}$.

» II. L'oxydation de l'acide pyrogallique dans un milieu acide par l'azotate d'argent, l'acide chromique, le permanganate de potassium, est complexe, et le produit principal de la réaction est la purpurogalline.

» III. Dans le cas spécial de l'oxydation du pyrogallol avec le permanganate additionné d'acide sulfurique, les produits qu'il nous a été possible d'isoler sont : la purpurogalline $C^{20}H^{16}O^{9}$, la pyrogalloquinone $C^{18}H^{14}O^{8}$ et un troisième corps dont nous n'avons pas encore établi la constitution. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la modification insoluble de la pepsine.* Note de M. Arm. Gautier, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note (¹), j'ai montré que la pepsine de mouton, bien préparée, contient environ 2 pour 100 de son poids de granulations insolubles que l'on peut recueillir et laver sur des filtres de porcelaine

(¹) *Comptes rendus*, séance du 6 mars 1882.

poreuse, granulations presque exclusivement formées de corpuscules réfringents, arrondis ou ovoïdes, doués, malgré leur insolubilité, d'un pouvoir digesteur notable, véritable pepsine insoluble, qui doit sa propriété de peptoniser les matières albuminoïdes à ce qu'elle se transforme lentement dans l'eau pure ou légèrement acidulée en une pepsine soluble.

» Voici comment je me suis assuré de cette remarquable transformation. Les granulations de 9^{gr},5 de pepsine ont été déposées à la surface d'un filtre de biscuit ayant la forme d'une petite bouteille et de la grosseur d'un gros dé à coudre. Un tube de verre central, mastiqué dans le goulot et plongeant jusqu'au fond, permettait de faire le vide dans le filtre et de laver parfaitement à l'eau distillée les granulations déposées sur sa paroi extérieure. On faisait passer chaque jour lentement à travers ce filtre 50^{cc} d'eau qui entraînaient ainsi toutes les parties solubles. Au bout du cinquième jour, on a constaté que la 5e eau de lavage digérait rapidement, sinon tout à fait complètement, 5^{gr} de fibrine de bœuf, après acidulation de la liqueur à $\frac{1}{2}$ pour 100. Si l'on continue ainsi de jour en jour les lavages de cette pepsine insoluble, avec quelques précautions qui en évitent toute putréfaction, on constate qu'après trois semaines les 18e et 20e eaux de lavage sont encore douées d'une activité digestive très notable. Elles sont en ce moment parfaitement incolores, et laissent à l'évaporation dans le vide un faible résidu acidulé, cristallisé, homogène.

Voici donc des corpuscules insolubles, d'une ténuité telle qu'ils ne sont visibles qu'à un grossissement de 800 à 1000 diamètres, doués du pouvoir digesteur, et qui se transforment lentement, au sein de l'eau pure, en une pepsine soluble très active.

» M. Béchamp qui a, lui aussi, observé (dans le suc gastrique de chien) des granulations insolubles aptes à digérer activement ([1]), pense que ces granulations, auxquelles il donne le nom de *microzymas gastriques*, sont douées d'organisation et de vie, et ont pour fonction de produire, au sein même des glandes pepsinigènes, la pepsine soluble.

« L'expérience démontre, dit-il, que les microzymas gastriques n'agissent pas sur les matières albuminoïdes dans un milieu neutre; on sait qu'il en est de même de la pepsine. On doit donc considérer celle-ci comme étant produite par ceux-là, de même que la pancréazymase est formée par les microzymas pancréatiques. »

» Ce savant, qui a le réel mérite d'avoir le premier signalé avec insistance

([1]) *Comptes rendus*, séance du 27 février 1882.

dans un grand nombre de glandes et de liquides de l'organisme des corpuscules doués, malgré leur insolubilité, d'une grande activité zymotique, a toujours soutenu que ces corpuscules ou microzymas ont pour rôle spécifique de produire les ferments solubles. Mais il n'a pas fourni, je pense, la preuve directe, expérimentale, définitive de cette opinion. On vient de voir, par les quelques lignes que je viens de citer, comment il conclut par induction, indirectement, que les microzymas gastriques produisent la pepsine. Je crois que la démonstration de la liquéfaction lente des granulations insolubles de la pepsine qui se transforment ainsi en pepsine soluble au sein de l'eau pure, dans un milieu où n'existent absolument que ces granulations, satisfait entièrement l'esprit, et démontre clairement une vérité importante au double point de vue physiologique et chimique, vérité prévue et affirmée par M. Béchamp, mais qu'il fallait établir, pour la faire admettre définitivement, sur une preuve expérimentale indiscutable.

» Ces granulations produisent-elles cette pepsine soluble par un simple phénomène chimique analogue à l'hydratation de l'amidon dans l'eau surchauffée, ou bien, comme le pense M. Béchamp, ces granulations sont-elles de petits organismes, doués de vie, des *microzymas*, en un mot, dont la fonction serait de sécréter la pepsine?

» Contrairement à l'opinion de mon honorable contradicteur, je crois que ces granulations constituent un ferment chimique, une pepsine insoluble sans organisation et sans vie, qui produit lentement, au sein de l'eau, la pepsine soluble par une suite de réactions purement chimiques [1].

En effet, 1° l'on ne découvre, dans ces granulations, même aux plus forts grossissements, aucune organisation sensible; 2° contrairement à cette grande loi de la physiologie générale, que tout organisme qui fonctionne se reproduit, ces granulations sont incapables de proliférer dans les milieux digestibles préalablement stérilisés par le borax, le phénol, l'acide cyanhydrique, milieux digestibles qui sont si éminemment aptes à développer leur activité digestive propre; 3° ces granulations digèrent aisément les matières albuminoïdes en présence des poisons les plus énergiques, tels que l'acide prussique, poisons qui enrayent complètement, s'ils ne détruisent définitivement, les fonctions des ferments figurés, et spécialement ceux de l'ordre des vibrioniens auxquels M. Béchamp rattache les microzymas; 4° enfin, ces granulations n'agissent, dans la digestion gastrique, qu'au

---

[1] Ces granulations contiennent un acide de consistance butyreuse, soluble dans l'éther et cristallisable, acide azoté exempt de phosphore et de soufre.

sein d'une liqueur acide, contrairement à ce qui se passe pour les bactéries et leurs germes, qui demandent pour fonctionner des milieux neutres ou alcalins. Je ne pense pas que M. Béchamp ait fait disparaître aucune de ces quatre objections.

» Tout le monde avait dit que la pepsine est le ferment soluble unique de la digestion gastrique. Je me suis demandé s'il était vraiment *soluble* et *suffisant*. M. Béchamp avoue qu'il n'a pas même cru devoir se poser cette question. « Les matières organiques actives du suc gastrique sont incon- » testablement solubles, dit-il,... une substance dont on peut prendre le » pouvoir rotatoire est nécessairement soluble. » Pour moi, je n'ai pas pensé qu'une liqueur transparente fût forcément dénuée de toutes particules insolubles ou organisées. La digestion des albuminoïdes sans qu'aucun corpuscule intervienne était douteuse : la démonstration n'en avait pas été faite; le fait avait même été contesté. J'ai donc cru devoir l'établir avec soin, et ma Note du 3 avril a pour but de montrer que le suc gastrique et les solutions de pepsine, filtrées sur porcelaine et *dénuées de tout organisme*, digèrent complètement et parfaitement la fibrine.

» Après m'être assuré, par des expériences trop longues à relater ici, que la pepsine soluble résiste à une suite de digestions successives, j'ai pensé que la même propriété devait se retrouver, *a fortiori*, dans la pepsine insoluble, et pourrait me permettre de la retirer en quantité des glandes stomacales. En effet, ayant fait digérer à 48° avec de l'eau pure la pulpe obtenue en raclant superficiellement la muqueuse de trois estomacs de porc, préalablement bien débarrassés de mucus, j'ai observé la liquéfaction complète de toutes les matières albuminoïdes, et obtenu un résidu pulvérulent, grisâtre, filtrant très difficilement sur le papier qu'il traverse, mais que j'ai pu recueillir et laver plusieurs jours sur mes filtres de biscuit. Cette substance est presque entièrement formée des granulations plus haut décrites. C'est la pepsine insoluble que l'on peut ainsi préparer, en quantité, assez aisément. Ses propriétés concordent avec celles des *microzymas gastriques* que M. Béchamp a isolés par un procédé qui concorde presque avec celui-ci, et qu'il a publié quelques jours avant moi [1]. »

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1882.

MINÉRALOGIE. — *Sur les noyaux à polychroïsme intense du mica noir.* Note de M. A.-MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« Il existe, sur la route de Mesvre à Autun (Saône-et-Loire), un peu au-dessus du hameau de Lativelet, des affleurements d'une roche foncée, très riche en mica noir, qui perce en filons et en veines la grande masse de granulite à mica blanc et de pegmatite, formant les montagnes de Mont-Jeu. M. de Charmasse, qui a bien voulu m'indiquer ces affleurements, m'en a montré quelques autres de même nature à 100^m au sud de Champ-Rond; le faisceau en paraît donc NO-SE.

» A l'œil nu, au milieu des feuillets brillants de mica noir, on voit de nombreux petits grains verdâtres ou rosés et accidentellement du grenat et du mica blanc. L'examen microscopique spécifie ces divers minéraux : les éléments essentiels de la roche sont le zircon, l'apatite et le mica noir. Le *zircon*, en cristaux microscopiques ($0^{mm},03$), constitue au plus $\frac{1}{5000}$ de cette association; l'*apatite* ($0^{mm},06$) compose les grains verdâtres ou rosés; certains échantillons en contiennent jusqu'à 40 pour 100. Les feuillets de *mica noir* atteignent parfois $0^m,004$ de diamètre. Nous avons énuméré ces minéraux dans leur ordre respectif de consolidation, en commençant par le plus ancien.

» L'*apatite* présente les formes m, p, $b^{\frac{1}{m}}$; elle montre un axe optique négatif. C'est une apatite chlorurée, avec traces très faibles de fluor. Sa particularité la plus intéressante est de contenir une grande quantité d'inclusions aqueuses à bulle mobile, et de présenter des formes raccourcies, globuleuses.

» Le *mica noir* montre un polychroïsme intense, du jaune pâle au brun foncé; il est doué de deux axes optiques très rapprochés autour d'une bissectrice négative, sensiblement perpendiculaire à la base. On y voit en inclusions quelques lamelles d'oligiste, rouge vif par transparence.

» Le *zircon*, à peine teinté en brun, présente les faces m, b^1, avec des zones d'accroissement multiples et des inclusions gazeuses. Malgré la petite taille de ses cristaux ($0^{mm},03$), le dispositif von Lasaulx nous a permis d'y constater un axe optique positif.

» C'est autour des petits cristaux de zircon que se développent, dans le mica noir, de larges auréoles d'un polychroïsme tellement intense qu'elles varient du jaune pâle au noir opaque; lorsque la section principale du

polariseur est parallèle aux traces du clivage facile du mica, la lumière ne traverse plus ces noyaux, même en plaques de $0^{mm},01$ d'épaisseur.

» La largeur des auréoles est souvent double de celle du cristal de zircon autour duquel elles se sont développées; elles n'ont d'ailleurs qu'une relation de position avec le zircon; leurs propriétés optiques et leurs directions d'absorption maxima sont celles du mica ambiant, de telle sorte que, lorsqu'un zircon a été englobé à la limite de plusieurs plages de mica diversement orientées, l'auréole atteint ces diverses plages, et se fractionne en portions dont les unes présentent les teintes les plus foncées, tandis que d'autres sont encore claires.

» Nous avons essayé de constater l'influence qu'une élévation de température pouvait exercer sur les noyaux polychroïques; à 300° l'action est nulle; vers le rouge naissant, le mica noir tout entier devient foncé, puis opaque; les noyaux persistent aussi longtemps que la transparence.

» L'acide chlorhydrique bouillant attaque, à la longue, le mica de Lativelet; on peut constater que les noyaux polychroïques résistent à son action aussi longtemps que les plages ambiantes de mica. On est donc fondé à considérer que ces auréoles doivent leur origine à une concentration ou à une modification du pigment ferrugineux du mica noir; on ne peut rapporter ici cette origine à une matière pigmentaire organique, analogue à celle de la topaze brûlée ([1]).

» Les auréoles polychroïques de la cordiérite, de l'andalousite et du mica ont été déjà signalées ([2]); on a constaté qu'elles se développaient autour d'un certain nombre de corps : spinelles, lamelles de mica, tables de pyrite magnétique, microlithes biréfringents non déterminés, inclusions aqueuses. Dans la roche de Lativelet, on peut affirmer que les auréoles polychroïques, si intenses autour des cristaux de zircon, se développent encore sensiblement, mais avec une intensité incomparablement plus faible, autour des grains d'apatite.

» Il nous a paru indispensable de corroborer, par quelques essais chimiques, la détermination du zircon. Pour en extraire une certaine quantité, nous avons recouru à une attaque prolongée de la roche porphyrisée par l'acide chlorhydrique concentré, à 100°, en vase clos; l'apatite se dissout, le mica se transforme en paillettes siliceuses d'un blanc nacré. En reprenant le résidu par un excès d'acide fluorhydrique, on arrive à isoler

---

([1]) Kundt, *Rosenbusch*.

([2]) Rosenbusch (*Die steiger Schiefer*), p. 221.

le zircon intact. Une série de semblables opérations nous ont permis d'en isoler ainsi environ $0^{gr},15$, dont la densité a été trouvée de 4,66. Soumis aux réactions microchimiques que nous avons précédemment décrites, M. Bourgeois et moi (¹), il a donné, par fusion dans le carbonate de soude, les formations rectangulaires et les lamelles hexagonales, caractéristiques de la zircone.

» C'est au zircon qu'il convient de rapporter la plupart des microlithes biréfringents servant de centre aux noyaux polychroïques du mica noir des granites. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action du permanganate de potasse contre les accidents du venin des Bothrops.* Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« Les expériences commencées au laboratoire du Muséum de Rio-Janeiro sur la thérapeutique des accidents produits par la morsure des serpents venimeux ayant fait quelque bruit, et l'Académie des Sciences ayant nommé une Commission chargée de vérifier les conclusions qui lui ont été présentées, je me crois obligé, comme Directeur de ce laboratoire, de replacer la question sur son véritable terrain.

» Nous avons prouvé, M. de Lacerda et moi, dans une Note précédente, que le venin des Bothrops, injecté sous la peau d'animaux comme le chien, le lapin, le singe ou le cobaye, ne subit pas d'absorption sensible et qu'il produit seulement des lésions inflammatoires locales plus ou moins étendues. Comme je le fis observer à M. de Lacerda, lors de mon retour d'Europe, ces premiers faits permettent de comprendre comment le permanganate de potasse injecté après le venin sous la peau le décompose chimiquement et le détruit comme il le détruit dans un verre, et comme il détruit aussi d'autres liquides animaux.

» Mais nous avons indiqué dans une autre Note que le venin de serpent passé dans le sang ne localisait pas son action sur certaines formes d'éléments anatomiques et qu'il produisait la mort par des mécanismes divers, en déterminant des lésions multiples, congestives, hémorrhagiques ou inflammatoires, des organes ou des tissus les plus vasculaires, les plus actifs et les plus sensibles. Me basant sur ces faits, je fis observer à mon collaborateur que le véritable antidote physiologique du venin devrait être

(¹) MICHEL LÉVY et BOURGEOIS, *Comptes rendus*, 20 mars 1882.

cherché parmi les substances qui diminuent l'activité vitale des éléments anatomiques, et je lui rappelais ses propres observations sur l'action de l'alcool, ainsi que les intéressants travaux d'un autre Brésilien, le Dr Lisboa, sur l'action thérapeutique du chloral. Enfin, je conseillais de reprendre les investigations sur le permanganate dans des conditions suffisamment précises, avec du venin bien essayé, en pratiquant des contre-épreuves, en faisant des autopsies et des examens physiologiques relativement complets.

» Quelques mois plus tard, ces recherches de contrôle n'ayant pas été faites, j'entrepris moi-même quelques expériences; et je vais rapporter celles auxquelles M. de Lacerda voulut bien assister.

» Nous mêlâmes une assez grande quantité de venin fourni par divers serpents, après nous être assuré que leur action était comparable. 1^{cc} de ce mélange fut injecté par la saphène, en plusieurs fois, à un premier chien, et il ne produisit que des accidents peu graves et passagers : vomissements, défécation, salivation légère, etc. Nous prîmes un second chien, et je lui injectai 2^{cc} de même venin, pendant que M. de Lacerda poussait du permanganate de potasse en solution aqueuse au centième par la saphène opposée : le chien mourut en quelques minutes, bien qu'on lui eût fait de nouvelles injections du liquide préservateur.

» Chez un autre animal à peu près de même poids nous injectâmes par la veine saphène 2^{cc} du même venin; il eut immédiatement des accidents graves, mais résista deux heures avant de succomber.

» Nous étant procuré un autre chien de même taille, nous continuâmes ces comparaisons. Il reçut aussi dans le sang 2^{cc} de solution de venin et plusieurs centimètres cubes de solution aqueuse de permanganate de potasse au centième; il présenta des troubles multiples et mourut au bout de trois heures environ.

» Nous reprîmes alors le chien chez lequel une injection intra-veineuse de 1^{cc} de venin n'avait produit que des symptômes légers; il paraissait revenu à son état normal. Nous injectâmes successivement, par sa veine saphène, de quart d'heure en quart d'heure, 3^{cc} de solution de venin : les premières heures, il ne présenta que des accidents peu marqués; mais il finit par succomber le lendemain avec des lésions multiples.

» On aurait donc pu admettre, d'après ces premières expériences, que le permanganate de potasse hâtait la mort par le venin au lieu de l'empêcher; mais je connaissais trop le défaut de proportionnalité des accidents avec les

quantités de venin introduites et les différences de susceptibilité individuelle pour tirer aucune conclusion.

» Je fis du reste quelques autres expériences avec des doses considérables de venin; et toutes me prouvèrent que les animaux traités par le permanganate mouraient commes les autres, en présentant à l'autopsie des infiltrations hémorrhagiques des méninges, du cœur, des poumons et d'autres viscères, lésions qui, d'après nos recherches, sont caractéristiques de l'action du venin introduit dans le sang.

» Je constatai aussi que les chiens présentaient, avant de succomber, les mêmes accidents, qu'ils eussent ou non subi des injections intra-veineuses de solution aqueuse de permanganate : c'étaient des vomissements, des défécations, des mictions, des hémorrhagies externes ou internes et des convulsions irrégulières, comme aussi c'était la même diversité du mécanisme de mort : un chien soumis à l'action du permanganate, après injection intra-veineuse de venin, mourait en quelques minutes d'arrêt du cœur, et un autre succombait en trois heures à une paralysie progressive des centres nerveux.

» Pour terminer, je fis quelques expériences avec des doses légères, produisant des troubles morbides dont les guérisons spontanées peuvent facilement faire croire à une action curative de tel ou tel antidote essayé : là encore je me convainquis que la pénétration du permanganate de potasse dans le sang ne faisait pas cesser les accidents quand ils existaient et qu'il laissait se produire, même pour ces petites quantités, des lésions hémorrhagiques du cœur et des poumons, que l'on retrouvait à l'autopsie si l'on tuait l'animal par d'autres moyens.

» J'exprimai à mon ancien collaborateur le désir qu'il continuât luimême ces observations pour arriver à modifier ses premières conclusions; je m'abstins, en attendant, de rien publier, et j'ajournai le projet que j'avais formé de faire des expériences d'injection de venin et de permanganate sous la peau. Ce sel de potasse, qui peut décomposer le venin introduit localement dans le tissu et non absorbé, a-t-il, à ce point de vue, une action chimique supérieure à celle de divers liquides destructeurs depuis longtemps employés pratiquement? C'est ce que je rechercherai bientôt; mais dès aujourd'hui je suis autorisé à conclure : 1° que le permanganate de potasse a été recommandé comme agent thérapeutique des accidents produits par les morsures des serpents venimeux sans preuve expérimentale suffisante, et 2° qu'il n'est pas l'antidote physiologique du venin des Bo-

throps, puisqu'il ne paralyse pas son action lorsque ce venin a pénétré soit dans le sang, soit dans les divers éléments anatomiques des tissus. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune malacologique abyssale de la Méditerranée.* Note de M. **Fischer**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« L'existence, aujourd'hui démontrée, d'une zone profonde de la Méditerranée, comprise entre 250^m et 3624^m et caractérisée par sa température constante (+13° environ), donne un grand intérêt à l'énumération des mollusques qui vivent dans ces conditions thermiques déterminées. Mais il est nécessaire de distinguer les espèces qui habitent le fond de celles dont les coquilles sont tombées de la surface après la mort. Dans la plupart des dragages profonds du *Travailleur,* nous avons trouvé des coquilles de mollusques pélagiques ([1]), formant parfois d'énormes accumulations, mais ne pouvant fournir aucune notion sur la vraie faune abyssale. Au contraire, les Gastropodes, les Scaphopodes, les Lamellibranches et les Brachiopodes adultes et à coquille intacte ont généralement vécu sur les fonds où la drague les a recueillis.

» Le golfe du Lion n'était pas connu au delà de 350^m. Les dragages les plus productifs en mollusques sur ces parages, durant la campagne du *Travailleur*, portent les n° 1 (555^m), 9 (445^m), 5 (1685^m), et la liste que nous avons dressée comprend plus de soixante espèces ([2]). Quelques-unes étaient

---

([1]) Cephalopoda : *Argonauta argo.* — Pteropoda : *Spirialis physoides, S. bulimoides, Protomedea rostralis, Hyalea tridentata, H. vaginellina, Cleodora lanceolata, C. cuspidata, Creseis spinifera.* — Pteropoda : *Carinaria mediterranea, Atlanta Peronia.* — Gastropoda, (larves), *Sinusigera,* sp.

([2]) Brachiopoda : *Terebratula vitrea, Terebratella septata, Terebratulina caput-serpentis, Megerlia truncata.* — Lamellibranchiata : *Lima elliptica, L. subauriculata, L. Sarsi, Pecten Brunei pes-lutræ, P. Hoskinsi, P. fenestratus, Malletia cuneata, Leda Messaniensis, L. striolata, Nucula sulcata, Arca lactea, A. tetragona, A. pectunculoides, Limopsis aurita, L. minuta, Dacrydium vitreum, Astarte sulcata, A. triangularis, Venus multilamella, Isocardia cor, Kelliella miliaris, Lucina spinifera, Neæra cuspidata, N. costellata, Xylophaga dorsalis, Syndesmya longicallus, Pholadomya Loveni.* — Scaphopoda : *Siphonentalis quinquangularis, Cadulus tumidosus, Dentalium agile.* — Gastropoda : *Trophon multilamellosus, Chenopus Serresianus, Buccinum Humphreysianum, Nassa limata, N. Edwardsi, Columbella costulata, Marginella clandestina, Cerithium metaxa, Eulima stenostoma, E. distorta, Craspedotus Tinei, Turbo Romettensis, Scissurella crispata, Scissurella costata, Emarginula fissura, Odostomia unifasciata, Cioniscus gracilis, Rissoa abyssicola, R. subsoluta, Ringicula leptochila, Pleurotoma Loprestiana, Hela tenella, Eulimella ventricosa, E. acicula, Aclis Walleri, Cylichna conulus,* etc.

signalées depuis longtemps à l'état fossile dans le pliocène de l'Italie; telles sont: *Terebratella septata, Leda Messaniensis, Limopsis aurita, L. minuta, Pleurotoma Loprestiana, Columbella costulata, Risso subsoluta, Turbo Romettensis, Trophon multilamellosus*, etc.; mais elles vivent aussi dans les abysses du golfe de Gascogne et sur le littoral du Portugal.

» Entre le dragage 1 (555^m) et le dragage 5 (1685^m), il n'y a pas de différence essentielle au point de vue zoologique; les espèces du dragage 5 se trouvent toutes dans les fonds du dragage 1, mais leur nombre est restreint : nous n'en avons reconnu qu'une vingtaine (1).

» Les dragages 18 (2454^m) et 17 (2660^m), au nord de la Méditerranée, entre la Provence et la Corse, nous ont également procuré des mollusques qui existaient dans les fonds de 555^m : *Terebratula vitrea, Syndesmya longicallus, Xylophaga dorsalis, Nucula sulcata, Nassa Edwardsi, Dentalium agile*, etc.

» On peut conclure qu'entre 445^m et 2660^m la faune malacologique profonde a les mêmes caractères zoologiques, mais que le nombre des espèces diminue sensiblement avec la profondeur. L'égalité de la température a pour résultat de rendre la faune presque uniforme.

» Au sud de la Méditerranée, les principales stations où abondent les mollusques portent les n°s 26 (900^m) et 28 (432^m), le long de la côte barbaresque, entre Oran et Gibraltar. Nous y avons recueilli environ soixante espèces (2), mais dont un certain nombre ne s'avancent pas jusqu'au golfe du Lion. Les formes remarquables sont *Modiola lutea*, découvert dans le golfe de Gascogne entre 677^m et 1960^m; *Taranis Mörchi*, espèce boréale et abyssale de l'Atlantique; *Trochus gemmulatus, Zizyphinus sutu-*

---

(1) *Terebratula vitrea, Lima elliptica, L. Sarsi, Malletia cuneata, Leda Messaniensis, L. striolata, Arca pectunculoides, Neæra costellata, Xylophaga dorsalis, Dentalium filum, Trophon multilamellosus, Hela tenella*, etc.

(2) LAMELLIBRANCHIATA : *Pecten vitreus, Modiola lutea, Limopsis minuta, Arca diluvii, Nucula sulcata, N. Ægeensis, Lucina borealis, L. spinifera, Axinus granulosus, A. ferruginosus, A. biplicatus, Astarte bipartita, Cardium minimum, C. papillosum, Venus multilamella, V. casina, Syndesmya longicallus, Neæra abbreviata, N. costellata, Poromya granulata, Saxicava arctica, Saxicavella plicata.*— SCAPHOPODA : *Siphoneutalis quinquangularis.*— GASTROPODA : *Murex Spadæ, Nassa semistriata, Trophon multilamellosus, Chenopus Serresianus, Taranis Mörchi, Pleurotoma Loprestiana, Trochus gemmulatus, Zizyphinus Folini, Z. suturalis, Scissurella crispata, Natica fusca, Rissoa abyssicola, Eulima bilineata, Eulimella Scillæ, E. acicula, Odostomia conoidea, Pyramidella minuscula, Actæon exilis, Cylichna nitidula, Tectura fulva, Calyptræa sinensis*, etc.

ralis, fossiles du pliocène italien retrouvés vivants dans le golfe de Gascogne; *Tectura fulva,* mollusque arctique.

» En réunissant les mollusques de tous nos dragages profonds (555^m à 2660^m), on obtient un total de cent vingt espèces environ, mais dont une trentaine seulement peuvent être considérées comme abyssales ([1]). Toutes les espèces profondes de la Méditerranée se retrouvent dans l'Océan, sans exception. Il paraît donc démontré que la Méditerranée reçoit sa faune profonde de l'Atlantique, et qu'elle n'a pas été, pour celle-ci, un centre de création. Il resterait à examiner si la faune des couches supérieures, caractérisée par un grand nombre d'espèces localisées dans la Méditerranée, dérive aussi de la faune lusitanienne.

» Les formes abyssales de la Méditerranée ont été draguées dans l'Atlantique à des profondeurs généralement considérables. La Méditerranée ne renferme donc que les mollusques qui peuvent supporter une température un peu plus élevée. Les formes arctiques, fossilisées dans les dépôts glaciaires de la Suède et des îles Britanniques, ne semblent plus exister dans la Méditerranée actuelle, mais y ont été abondantes dans la période du nouveau pliocène (dépôts de Ficarazzi). La température de la Méditerranée a donc différé sensiblement; il est probable qu'elle n'était pas constante alors et qu'une communication avec des mers très froides y conduisait des mollusques arctiques. Il serait intéressant de rechercher dans les grands fonds de la Méditerranée orientale et de la mer Noire s'il n'existe pas quelque survivant de la faune glaciaire du pliocène de Ficarazzi. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur quelques essais d'hybridation entre diverses espèces d'Échinoïdées.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Les essais d'hybridation d'Échinodermes ont été jusqu'ici fort peu nombreux. M. Marion publia en 1873 (*Comptes rendus* du 14 avril) la relation de fécondations opérées entre *Strongylocentrotus lividus* et *Sphære-*

([1]) Par exemple : *Terebratella septata, Lima Sarsi, Pecten Hoskynsi, Axinus granulosus, Malletia cuneata, Arca pectunculoides, Leda Messaniensis, L. striolata, Limopsis aurita, L. minuta, Pholadomya Loveni, Modiola lutea, Dacrydium vitreum, Dentalium agile, Cadulus tumidosus, Taranis Mörchi, Hela tenella, Pyramidella minuscula, Pleurotoma Loprestiana, Tectura fulva, Columbella costulata, Turbo Romettensis, Trochus gemmulatus, Rissoa subsoluta, Eulima stenostoma, Craspedotus Tinei, Trophon multilamellosus,* etc.

chinus granularis, et dont le résultat était la production de Plutéus parfaitement développés. Un an plus tard, Agassiz annonçait, dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, un cas d'hybridation entre deux espèces du genre *Astérocanthion* : les larves avaient atteint l'état de *Bipinnaria*. Sur les conseils de M. Marion, j'ai repris, au laboratoire de Zoologie marine de Marseille, ces expériences, dont les résultats présentent, au point de vue de la physiologie de l'espèce, une importance qui a été indiquée déjà dans la Note présentée à l'Institut par M. Marion. Ces nouveaux essais d'hybridation ont été étendus à plusieurs espèces d'oursins réguliers et irréguliers. Je ne puis donner ici une analyse complète de ces fécondations, qui seront étudiées en détail dans mon Mémoire sur les Échinoïdées des côtes de Provence; je me contenterai donc d'indiquer les résultats définitifs auxquels je suis arrivé.

» En mars et avril, les produits des glandes génitales de la plupart des espèces de Marseille sont généralement arrivés à maturité; cependant il n'est pas rare de rencontrer des individus dont les ovules ou les spermatozoïdes, non encore mûrs, sont impropres à tout essai de fécondation. Il est donc indispensable de faire précéder chaque expérience d'une observation microscopique. Il est tout aussi important de faire, parallèlement à chaque fécondation croisée, une fécondation directe dans les mêmes conditions, et avec des produits appartenant aux mêmes individus, afin d'arriver à des résultats comparables, aussi bien au point de vue de l'état de la larve que du temps qu'elle met pour arriver à un stade déterminé dans l'un et l'autre cas.

» Voici la liste des expériences entreprises, avec les résultats obtenus dans les fécondations les mieux réussies :

Strongylocentrotus lividus ♀ et *Sphærechinus granularis* ♂. — Plutéus régulièrement et parfaitement développés.

Id. et *Psammechinus pulchellus* ♂. — Plutéus toujours bien développés.

Id. et *Dorocidaris papillata* ♂. — Les œufs, fécondés en très petit nombre, n'ont pas dépassé le stade blastula (il est vrai que le seul Dorocidaris vivant dont j'ai pu disposer était pêché depuis longtemps, et ses spermatozoïdes étaient très peu mobiles).

Strongylocentrotus ♀ et *Spatangus purpureus* ♂. — Beaucoup d'expériences négatives; cependant la fécondation est possible, mais les œufs fécondés sont toujours en petit nombre. Ils arrivent néanmoins jusqu'à l'état de blastula, quelquefois de gastrula avec invagination peu profonde.

Strongylocentrotus ♂ et *Sphærechinus* ♀. — Les larves ne dépassent pas l'état de blastula.

Id. et *Psammechinus* ♀. — Plutéus normalement et parfaitement développés.

Id. et *Spatangus* ♀. — Tous les œufs se segmentent régulièrement. Je ne les ai jamais vus

arriver au stade plutéus; ils ne dépassent pas l'état de gastrula parfaite, avec cavité gastrique et spicules calcaires de chaque côté de la bouche.

Psammechinus ♀ et *Sphærechinus* ♂. — Les larves se sont toujours arrêtées à l'état de gastrula, avec refoulement gastrique peu profond.

Id. et *Dorocidaris* ♂. — Aucun phénomène de segmentation (même remarque à propos du Dorocidaris que pour le Strongylocentrotus).

Id. et *Spatangus* ♂. — Quelques œufs, peu nombreux, se sont segmentés et ont atteint le stade blastula.

Psammechinus ♂ et *Spatangus* ♀. — Dans toutes les expériences, tous les œufs sont arrivés à l'état de Plutéus qui ont vécu pendant plusieurs jours. Le développement se fait d'une manière relativement très lente : ainsi les larves hybrides sont encore à l'état de gastrula alors que les larves obtenues par fécondation directe dans les mêmes conditions sont arrivées à l'état de Plutéus depuis un jour ou deux. De plus, la forme des Plutéus présente quelques particularités : les bras sont plus courts et plus ramassés, les contours ne sont pas aussi réguliers que chez les Plutéus normaux de Spatangus; le squelette calcaire présente aussi des différences. Déjà même dans la gastrula on observe des caractères particuliers, la pigmentation étant bien moins abondante chez les gastrulas résultant de fécondations croisées.

Psammechinus ♂ et *Sphærechinus* ♀. — Un petit nombre d'œufs se segmentent et ne dépassent pas le stade blastula.

» Les fécondations croisées sont donc possibles, et dans des limites très étendues, entre plusieurs espèces d'Échinoïdées; il y a certainement au moins autant de différences entre un Spatangus et un Psammechinus qu'entre deux mammifères appartenant à deux ordres voisins. Et si les Plutéus obtenus par croisement entre réguliers ne semblent pas différer beaucoup des Plutéus légitimes du type fonctionnant comme femelle dans l'expérience, il y a certainement des différences bien accentuées entre un Plutéus légitime de Spatangus et un Plutéus hybride de Spatangus et de Psammechinus.

» Je dois encore, en terminant, attirer l'attention sur un fait : de ce que les œufs d'une espèce sont fécondés par les spermatozoïdes d'une autre espèce et arrivent à l'état de Plutéus, il ne s'ensuit pas que la réciproque soit vraie. Ainsi les ovules du Spatangus sont parfaitement fécondés par les spermatozoïdes du Psammechinus, tandis que les ovules de ce dernier, soumis à l'influence du sperme de Spatangus, restent pour la plupart intacts, les autres arrivant à peine au stade blastula. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur quelques points de l'anatomie des Holothuries.* Note de M. ÉT. JOURDAN, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Nos recherches sur la structure histologique des divers appareils des Holothuries nous ont révélé quelques faits que nous croyons pouvoir considérer comme nouveaux.

» On sait que les téguments renferment des corpuscules calcaires disposés dans une couche conjonctive très épaisse constituée par des faisceaux conjonctifs volumineux, entrecroisés dans toutes les directions et remarquables par quelques caractères histochimiques qui les rapprochent des fibres élastiques. Cette couche conjonctive, très dense et homogène dans les genres *Holothuria* et *Stichopus*, présente au contraire, chez les *Cucumaria* et *Molpadia*, de nombreux espaces vides occupés par les corpuscules calcaires. Au sein de cette masse conjonctive, on distingue des éléments qui en diffèrent complètement par leurs caractères anatomiques, et qui sont disposés de manière à former un véritable plexus. Les fibres de ce plexus sont colorées en gris par l'acide osmique; elles sont rarement isolées, le plus souvent réunies en faisceau et émanant des nerfs qui pénètrent et s'épanouissent dans le derme. L'origine de ces éléments, leurs caractères histologiques identiques avec ceux qui constituent les centres nerveux chez les mêmes animaux ne peuvent laisser aucun doute sur leur signification. Les fibres de ce plexus nerveux sont accompagnées de noyaux, groupés au point d'entrecroisement des fibres; ils appartiennent sans doute à des cellules nerveuses.

» Nous devons enfin noter que ces fibres sont légèrement variqueuses, très fines et accompagnées de granulations graisseuses.

» Les centres nerveux sont constitués par des fibres et des cellules. Ces dernières sont souvent unipolaires; d'autres fois, au contraire, elles sont dépourvues de prolongements. Elles existent sur toute la longueur des cinq troncs nerveux, chez toutes les espèces qu'il nous a été possible d'étudier. Ces résultats concordent entièrement avec les observations de Hœckel sur les Astéries, de Baur sur les Synaptes, de Kœler sur les Spatangues.

» Les éléments musculaires des Holothuries, aussi bien ceux du système tégumentaire que ceux du tube digestif, sont représentés par des fibres remarquables par l'irrégularité de leur forme, par leur longueur et par certaines particularités qui ne permettent pas de les distinguer facilement des tissus conjonctifs et élastiques. Ces fibres sont toujours munies

d'un ou de plusieurs noyaux, quelquefois difficiles à démontrer, à cause de la longueur de la fibre. Ce noyau est toujours latéral, quelquefois appliqué au fond d'une sorte de dépression ou fossette; il est volumineux, ovoïde, accompagné le plus souvent de quelques granulations protoplasmiques. Le noyau est maintenu sur la fibre par un mince sarcolemme, formant dans quelques cas des expansions latérales irrégulières qui donnent à ces éléments les aspects les plus bizarres.

» Les vésicules de Poli sont les seules parties de l'appareil aquifère qu'il nous ait été possible d'examiner. Chez les Holothuries, la transparence de ces organes est en partie masquée par de nombreuses taches brunes, de dimensions inégales, faiblement adhérentes à la face interne des vésicules. Étudiées à l'aide des dissociations et des coupes, les parois de ces sacs ovoïdes se montrent formées par les couches suivantes. A l'extérieur, une couche de cellules plates dont les contours, révélés par les imprégnations d'argent, rappellent ceux des cellules endothéliales des lymphatiques. Ces cellules sont faiblement vibratiles, ainsi que le démontre l'examen direct sur l'animal vivant. Au-dessus de ce revêtement cellulaire, existe une couche de tissu conjonctif dont les fibres sont longitudinales. Cette zone renferme des noyaux ovoïdes, entourés souvent d'un amas de protoplasma granuleux, avec des prolongements irrégulièrement étoilés et anastomosés entre eux. Elle contient aussi des corpuscules particuliers, facilement reconnaissables à leur volume et à leur couleur jaune. Ces corpuscules sont constitués par des granulations comparables, par leur réfringence, à des vésicules de graisse. Ils sont semblables à ceux qui existent en liberté dans le liquide de la cavité générale et dans l'appareil aquifère. Ils se retrouvent d'ailleurs, avec des caractères identiques, dans l'épaisseur de la couche conjonctive de la plupart des organes. En dehors de la couche conjonctive, on remarque une assise de fibres musculaires circulaires, présentant des particularités qui nous ont fait hésiter longtemps. Si l'on examine, en effet, par transparence et à l'aide des dissociations, les parois d'une vésicule de Poli traitée au moment de son extension, on voit d'abord que ces fibres sont très longues et rappellent, par leur réfringence et leur finesse, les caractères des fibres élastiques. Examinées, au contraire, sur des pièces provenant de vésicules rétractées, elles offrent des renflements et des nodosités qui ne se voient jamais sur des fibres élastiques. Cette couche musculaire est enfin tapissée par une couche de cellules épithéliales. Les corps granuleux fixés à la face interne des vésicules de Poli résultent d'une sorte de dégénérescence granulo-graisseuse de l'épithélium

interne. Il est, en effet, facile de rencontrer tous les états intermédiaires entre la cellule épithéliale normale et le corpuscule granuleux.

» Les vésicules de l'organe arborescent se rapprochent beaucoup, par leur structure, des vésicules de Poli. Elles sont constituées par une même membrane conjonctive, contenant des fibres circulaires entrecroisées dans toutes les directions. Cette membrane possède, sur chacune de ses faces, un revêtement de cellules plates. Elle présente, de plus, des cellules particulières, constituées par des amas de petits corps réfringents, contenus dans une membrane commune, et qui diffèrent complètement des corpuscules jaunes des vésicules de Poli.

» Ces recherches, faites au laboratoire de Zoologie marine de Marseille, seront complétées par l'étude des appareils digestifs, circulatoires et sexuels. »

ZOOLOGIE. — *Sur les ampoules pyloriques des Crustacés podophthalmaires.* Note de M. F. **Mocquard**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« L'estomac des Crustacés est, comme on le sait, doublé à l'intérieur par une membrane chitineuse, qui peut se calcifier ou s'épaissir par places et donner naissance à un squelette gastrique des plus compliqués. La partie de cet appareil, désignée par M. H. Milne Edwards, chez les Crustacés décapodes, sous le nom d'*ampoules pyloriques*, présente une disposition remarquable.

» Ces ampoules forment le plancher de la partie moyenne du conduit pylorique. On peut les comparer, chez les Brachyures et le plus grand nombre des Macroures, à deux demi-cylindres placés l'un à côté de l'autre dans le sens longitudinal et dont la concavité regarde en haut. Toutefois, ces surfaces ne sont pas régulièrement cylindriques : convexes non seulement dans le sens transversal, mais aussi dans le sens longitudinal, elles sont arrondies en avant, et coupées, du côté postérieur, transversalement et un peu obliquement en dehors et en arrière. Leur concavité est beaucoup moins accusée chez les Salicoques; dans quelques cas (*Atyes, Caridines*), elles sont même planes et placées de chaque côté de la ligne médiane dans des plans verticaux. Il en est de même chez les Stomapodes.

» Tandis que leurs bords externes se continuent avec la paroi pylorique latérale, dirigée, en ce point, à peu près horizontalement de dehors en dedans, épaissie et appliquée exactement dans la concavité des ampoules (*voûte ampullaire*), leurs bords internes se redressent fortement, s'adossent

l'un à l'autre, s'unissent et constituent intérieurement un repli longitudinal très saillant, le *repli interampullaire,* dressé comme une cloison au milieu du conduit pylorique.

» De la concavité des ampoules, ainsi que des faces latérales de ce repli, s'élèvent perpendiculairement, un grand nombre de crêtes longitudinales parallèles, semblables à des cloisons minces et étroites, dont le bord libre se renverse en dedans et envoie, dans la même direction, une rangée de soies extrêmement fines et très serrées, sensiblement parallèles à la paroi de l'ampoule, mais éloignées de cette paroi de toute la hauteur des crêtes. Il en résulte un nombre considérable de petits canalicules prismatiques, rectangulaires, parallèles, dirigés d'avant en arrière et placés côte à côte dans la concavité des ampoules et sur les parois latérales du repli interampullaire. C'est une véritable *filière,* qui ne communique avec la cavité pylorique que par la paroi à claire-voie formée par les soies dont je viens de parler et sur laquelle est appliquée la voûte ampullaire, recouverte elle-même de soies épaisses, dirigées en dedans.

» Le bord libre de chacune des crêtes ampullaires se continue, à son extrémité postérieure, là où débouchent les canalicules, en une grosse soie dirigée en arrière et portant, comme les cloisons, des soies transversales extrêmement fines, dont les plus postérieures deviennent fort longues.

» Les crêtes ampullaires, avec leurs fines soies et leurs prolongements postérieurs, ont été signalées chez l'écrevisse par M. Huxley; mais le système des canalicules a échappé au savant naturaliste.

» Ce qu'il y a de remarquable, c'est que non seulement les ampoules pyloriques existent chez tous les Décapodes et les Stomapodes que j'ai pu observer, mais encore qu'elles y sont constituées exactement de la même manière, sauf quelques légères différences.

» On rencontre également les ampoules pyloriques, avec les mêmes particularités, chez les larves de Homard (et sans doute chez beaucoup d'autres), alors que l'armature stomacale fait encore complètement défaut; et, fait singulier! elles manquent chez les Mysis, tandis qu'elles existent chez les larves, caractérisées précisément par leur ressemblance extérieure avec les Mysis.

» On ne trouve jamais de matières alimentaires en quantité appréciable entre la paroi des ampoules et la voûte ampullaire; ces matières sont toujours entassées dans la partie supérieure plus spacieuse du conduit pylorique, au-dessus du repli interampullaire, d'où elles passent dans l'intestin.

Cependant, si l'on considère que les ampoules pyloriques apparaissent de bonne heure, pendant la période larvaire, que leur existence est constante chez les Décapodes et les Stomapodes, on sera porté à penser qu'elles remplissent un rôle important dans les phénomènes de digestion. Ce rôle me paraît être le suivant :

» Tandis que les parcelles alimentaires réfractaires à la digestion restent dans la partie supérieure du conduit pylorique, les particules alibiles, plus finement divisées, s'engagent, de chaque côté, entre le repli interampullaire et la paroi pylorique latérale contiguë et suivent un trajet transversal parallèle aux soies qui garnissent ces parois, mais en sens contraire de leur direction. Pendant ce trajet, elles peuvent encore se désagréger et être amenées à un degré de ténuité suffisant pour pénétrer dans les canalicules par la paroi à claire-voie décrite plus haut et reprendre alors une marche facile dans le sens longitudinal. On rencontre fréquemment en effet, dans les canalicules, de petits cordons blanc jaunâtre, très mobiles, qui ne peuvent guère provenir que de l'agglomération de ces particules.

» Si les choses se passent réellement ainsi, les ampoules pyloriques fonctionnent comme un *tamis*.

» Un fait vient à l'appui de cette manière de voir. Les conduits excréteurs de la glande, que l'on désigne généralement sous le nom de *foie*, versent de chaque côté le produit de sécrétion de cette glande sur le plancher de l'extrémité antérieure de l'intestin, un peu au delà de l'orifice postérieur des canalicules. Les matières qui parcourent ces derniers rencontrent donc, presque aussitôt après en être sorties, le liquide sécrété et peuvent être soumises à son action. Celles qui traversent la partie supérieure du conduit pylorique se trouvent dans des conditions toutes différentes. En effet, derrière le repli interampullaire et dans un plan qui lui est perpendiculaire, s'élève, excepté chez la plupart des Salicoques, obliquement en arrière et en haut, une large saillie valvulaire linguiforme, garnie de soies fines et longues. Par sa direction, elle éloigne cette partie des aliments du point, situé près de sa base, où s'ouvrent les conduits biliaires; en même temps elle s'oppose, en se redressant, au reflux dans le conduit pylorique des matières alimentaires déjà parvenues à l'intestin.

» En résumé, dans la division pylorique de l'estomac, les parties alibiles des aliments se séparent de celles qui sont impropres à la nutrition. Les premières s'engagent dans l'espace étroit qui répond à la concavité des ampoules, pénètrent en se tamisant dans les canalicules et, presque immédiatement après en être sorties, subissent l'action du fluide biliaire; les

dernières, au contraire, plus grossièrement divisées, restent dans la partie supérieure du conduit pylorique, d'où elles passent directement dans l'intestin.

» M. Huxley a comparé, chez l'Écrevisse, la division pylorique de l'estomac à un filtre et il en a compris tout autrement le mode d'action. »

ZOOLOGIE. — *Sur la vitalité des trichines enkystées dans les viandes salées;* par M. L. **Fourment**, présenté par M. Alph. Milne Edwards.

« La résistance vitale qui caractérise les organismes passés à l'état de vie latente permettait de penser que la salure ne pourrait que difficilement atteindre les trichines enkystées dans les viandes soumises à ce mode de préparation.

» L'observation et l'expérience ont en effet montré que ces helminthes s'y conservent fréquemment intacts et vivants. Pour ne citer que les exemples classiques, je rappellerai la célèbre épidémie de Brême, causée par un jambon de provenance américaine, les observations de Schmitt (de Cassel), établissant que des viandes importées depuis longtemps renferment encore des trichines *bel et bien vivantes et susceptibles de se reproduire dans les viscères du consommateur*. Les expériences de MM. Joannès Chatin, Ch. Girard et Pabst, de Benecke, etc.; enfin les recherches récentes de M. Libon (de Marseille), montrent nettement, au double point de vue histologique et physiologique, la vitalité des trichines enkystées dans des salaisons conservées depuis plusieurs mois.

» Cependant, quelques personnes semblant encore admettre que ces parasites meurent constamment et fatalement après deux ou trois mois de salure, les faits suivants paraissent offrir un certain intérêt.

» Le 19 avril 1881, un échantillon fut prélevé dans les docks du Havre sur des salaisons américaines arrivées dans ce port par un voilier, vers le commencement du mois de mars 1881. Cet échantillon avait été pris sur une *courte bande* dans laquelle l'examen micrographique avait fait reconnaître la présence de nombreuses trichines enkystées.

» Ce morceau de viande, placé dans un flacon, y fut complètement enfoui dans du sel fin, puis on boucha hermétiquement le flacon, qui ne fut ouvert que le 1er avril 1882. Le lard avait donc subi, presque exactement entre mes mains, *un an* de salure portée au plus haut degré.

» Si l'on ajoute à cette période le temps écoulé depuis la préparation de la viande jusqu'au moment où je la recueillis sur les docks (transport de

l'usine à New-York, traversée de New-York au Havre, etc.), temps que l'on peut, sans exagération, évaluer à trois mois, on voit que ce lard comptait, au 1er avril 1882, environ *quinze mois* de salure.

» Le microscope y montrait des kystes conservant tous leurs caractères normaux; il semblait en être de même des helminthes qui s'y trouvaient contenus.

» Dans ces conditions, de petits morceaux de ce lard (3gr environ) furent mis à dessaler durant plusieurs heures dans l'eau à + 22°, l'eau fut changée à diverses reprises, les morceaux furent malaxés, puis essuyés avec un linge fin. Ils furent placés, le 4 avril 1882 au matin, dans la mangeoire d'une souris, qui les ingéra assez rapidement; afin de ne pas la soumettre à une alimentation trop exclusive, j'eus soin de mêler à du pain la viande divisée en fragments très ténus.

» Ce régime fut continué les 5 et 6 avril; l'animal présenta des symptômes diarrhéiques qui s'accentuèrent assez promptement. Le 7 avril, vers le milieu de la journée, l'animal mourut.

» A l'autopsie, l'intestin offrait des traces manifestes d'inflammation; en examinant son contenu, je trouvai des trichines *sexuées* et parfaitement caractérisées.

» L'expansion caudale des mâles montrait ses prolongements digités visibles au dehors; chez les femelles, le tube ovarien offrait des ovules à divers degrés de développement; des embryons se voyaient dans sa portion vaginale.

» Une deuxième souris succomba dans les conditions suivantes : elle avait été soumise, du 1er au 3 avril inclus, à la même alimentation que la précédente; puis, par suite d'une circonstance accidentelle, elle resta, du 4 au 9 avril inclus, sans recevoir de nourriture trichinée. Le 10 avril, on lui donna de nouveau du lard trichiné, complètement dessalé; ce régime fut continué le 11 et le 12 avril; le 13 au matin, légère diarrhée; mort le jeudi 13 au soir. L'examen de l'intestin fit encore découvrir des trichines complètement développées, et chez lesquelles les produits sexuels étaient parfaitement définis.

» Je crois inutile d'insister sur la signification de ces résultats. Dans des salaisons préparées depuis *quinze mois au minimum*, les trichines ne se sont pas seulement montrées vivantes, elles ont pu promptement subir leur entière évolution dans le tube digestif d'un nouvel hôte et déterminer chez lui des accidents mortels.

» On ne saurait donc affirmer que l'action de la salure suffise à tuer

rapidement et sûrement les trichines : celles-ci peuvent mourir dans les viandes salées comme dans tout autre milieu; ainsi s'expliquent les expériences négatives publiées par des observateurs distingués; mais elles peuvent également y vivre pendant un temps considérable, sans que nous puissions aucunement déterminer la durée de la période nécessaire pour que la mort succède à la vie latente. Il convient même de rappeler que la salure, trop souvent impuissante à tuer les trichines, a encore pour effet de soustraire celles-ci, dans une certaine mesure, à l'action de la chaleur : les anciennes expériences de Doyère le faisaient prévoir; les recherches récentes de M. Laborde l'ont pleinement établi. »

M. J. **Vinot** communique à l'Académie une Note relative à un bolide observé le 17 mars. (Extrait.)

« A $7^h 47^m$ du soir, un bolide brillant fut vu à la Bellanderie (Seine-et-Oise). Il a paru aller uniformément du milieu de la Chevelure de Bérénice au-dessous de θ du Dragon en dix secondes; sa vitesse était seulement de 3° par seconde. »

M. J. **Schneider** communique à l'Académie des réflexions relatives à l'influence que les mouvements volcaniques récents ont pu exercer sur le climat de l'Europe.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1882.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. I, année 1881. Saint-Étienne, imp. Théolier, 1881; in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg; t. XXIII, 3e série, t. III. Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, Syffert, 1881; in-8°.

Revue d'ethnographie, publiée sous la direction de M. le Dr Hamy; t. I, nº 1, janvier, février. Paris, E. Leroux, 1882; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages).

Obsèques de M. Henri Giffard, le 19 *avril* 1882. Paris, A. Ghio, 1882; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Spéciès des hyménoptères d'Europe et d'Algérie; par E. André; t. I. Chez l'auteur, à Beaune (Côte-d'Or), 1879; 1 vol. in-8°; relié. (Présenté par M. Blanchard).

Observations sur la manière dont les mantes construisent leurs oothèques; sur l'éclosion et la première mue des larves; par M. Ch. Brongniart. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de France.*)

Considérations médicales sur la pression atmosphérique; par le Dr L. Caradec. Paris, imp. Ch. Schlaeber, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. le barron Larrey.)

Jacob Steiner's gesammelte Werke; zweiter Band, herausgegeben von K. Weierstrass. Berlin, G. Reimer, 1882; in-8°.

Annual report of the board of health of the state of Louisiana to the general assembly for the year 1881. New-Orleans, 1882; in-8°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MAI 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. *Darwin*, et s'exprime en ces termes :

« Nous recevons de nos Correspondants la nouvelle de la mort de notre illustre Correspondant, M. C. Robert Darwin. Il était né à Shrewsbury, le 12 février 1809, et avait été élu Correspondant le 5 avril 1878, à la place laissée vacante par M. Weddell dans la Section de Botanique. L'Académie a le devoir de payer un tribut de regrets à un observateur aussi sagace, et qui était un honneur pour elle. Ses travaux d'Histoire naturelle ont été accueillis dans le monde entier avec une faveur marquée et méritée. Ses idées de philosophie naturelle ont donné lieu à des controverses passionnées. Elles n'ont point empêché ses compatriotes de lui décerner, à Westminster-Abbey, les honneurs d'une sépulture réservée aux grands citoyens; elles ne doivent pas empêcher l'Académie de rendre une éclatante justice à son rare mérite. Mon incompétence en ce genre d'étude m'interdit toute appréciation dans les travaux de Darwin; mais M. de Quatrefages voudra bien donner quelques développements au sujet

des travaux d'un homme dont il n'a pas toujours partagé les idées, mais auquel il a toujours témoigné le plus grand respect. »

Note sur Charles Darwin; par M. de Quatrefages.

« Dans la dernière séance, notre honorable Président a bien voulu me prévenir qu'il m'interpellerait aujourd'hui et me demanderait de dire quelques paroles rappelant les travaux scientifiques de Darwin. J'ai dû répondre qu'il m'imposait une tâche bien difficile, et que ce n'est pas dans une courte Note qu'il est possible d'apprécier et de faire comprendre un ensemble très considérable de recherches, portant sur une foule de sujets les plus divers, et surtout une doctrine dont l'influence profonde s'est fait sentir, non seulement dans le domaine dévolu aux Sciences naturelles, mais, on peut le dire, dans presque tout le champ de la pensée humaine. Je n'ai pourtant pas voulu reculer devant un appel dont je me tiens pour honoré.

» Mon passé me faisait en quelque sorte une loi de répondre. J'ai combattu franchement les doctrines si populaires de Darwin; mais j'ai toujours et hautement rendu justice à l'homme et au savant. L'Académie sait que, de la première à la dernière candidature de notre regretté Correspondant, ni mon vote ni ma parole ne lui ont fait défaut. Provoqué par notre Président, je ne pouvais me taire aujourd'hui. Je vais donc essayer de résumer en aussi peu de mots que possible l'impression générale que me laisse cette carrière, dont on trouverait peu de pareilles dans les annales de la Science.

» Il y a deux hommes dans Charles Darwin : un naturaliste, observateur, expérimentateur au besoin, et un penseur théoricien. Le naturaliste est exact, sagace et patient; le penseur est original et pénétrant, souvent juste, souvent aussi trop hardi. C'est cette hardiesse qui a conduit Darwin dans des sentiers où n'ont pu le suivre bien des savants moins aventureux. Mais devons-nous oublier pour cela que, avant de s'égarer et au milieu même de ses excursions les plus imprudentes, il avait découvert et frayait chaque jour quelque voie nouvelle, où les hommes les plus circonspects marchent aujourd'hui à sa suite?

» Darwin ne s'est jamais spécialisé. Pour juger son œuvre scientifique entière, il faudrait être géologue et botaniste, tout autant que zoologiste. Ne pouvant porter par moi-même un jugement motivé sur une grande partie de ses travaux, je me bornerai à rappeler les preuves de haute estime que

leur ont accordées les autorités les plus compétentes. Ces témoignages indiscutables ne me manqueront pas.

» Le 27 décembre 1831, Darwin, alors âgé de 22 ans, montait à bord du *Beagle*, qui, sous le commandement du capitaine Fitz-Roy, partait pour un voyage autour du monde.

» Il revenait en Angleterre, après une campagne de cinq ans, et commençait immédiatement une série de publications qui lui assurèrent bien vite une place à part parmi les savants ses compatriotes.

» Disons d'abord un mot de son *Journal de voyages*. On parle trop peu de ce livre, où l'on voit poindre déjà quelques-unes des idées que l'auteur devait développer plus tard, où sont consignés une foule de faits de détail parmi lesquels il en est de fort importants. Qu'il s'agisse de l'homme, des animaux ou des plantes, Darwin s'y montre observateur curieux et sagace, sachant saisir rapidement des rapports parfois éloignés et en faire jaillir des conséquences. Il s'y montre aussi homme de cœur. L'extermination des Tasmaniens lui fait pousser un cri d'indignation qui, disons-le à l'honneur des Anglais, a été répété par bon nombre de ses compatriotes.

» Notre Correspondant fut chargé de diriger la publication des résultats scientifiques acquis par l'expédition du *Beagle*. Il eut pour collaborateurs Owen, qui décrivit les Mammifères fossiles; Waterhouse, qui publia les Mammifères vivants. Gould s'était chargé des Oiseaux; mais, envoyé en Australie, il laissa ce travail à Darwin, qui se fit aider par Gray, comme il ne manque pas de le dire. Toutefois deux grands Mémoires, intitulés *Introduction*, l'un sur la Géologie considérée dans ses rapports avec les espèces mammalogiques éteintes, l'autre sur la distribution géographique des Mammifères vivants, attestent la connaissance qu'il avait de ces groupes et son aptitude à traiter les questions générales.

» Ce n'est pas que Darwin ait reculé devant les études minutieuses qui exigent la connaissance et la distinction des espèces. Il l'a bien prouvé par la manière dont il a traité monographiquement l'histoire des Cirrhipèdes. Avant lui il n'existait guère sur cette classe que des matériaux épars, et la caractérisation des groupes était trop peu avancée pour que les géologues pussent tirer parti des fossiles de ce genre enfouis dans divers terrains. Darwin consacra trois Volumes, représentant plus de douze cents pages, à l'étude des Cirrhipèdes vivants et fossiles. Ce travail fut imprimé aux frais de la Société de Ray et de la Société Paléontologique. C'est dire quelle en était la valeur, car Darwin n'était encore que le *naturaliste du Beagle*;

et ce n'est pas à sa réputation future, que rien ne permettait alors de prévoir, qu'a pu s'adresser un hommage aussi significatif.

» Toutefois, au début, c'est vers l'histoire de notre globe que semblent s'être portées de préférence les préoccupations de Darwin. Lors de la publication scientifique du *Beagle,* il se chargea seul de la partie géologique, qui comprend plusieurs volumes. Il y inséra ou il publia ailleurs un grand nombre de Mémoires ou de Notes, entre autres sur les îles de corail, sur la formation des îles volcaniques, sur la géologie des îles Falkland, sur les divers phénomènes géologiques qui se sont manifestés dans l'Amérique du Sud, etc. Ces diverses publications lui valurent, de la part de la Société Géologique de Londres, la médaille de Wollaston, récompense la plus élevée dont dispose cette Société.

» Plus tard, ce fut la Botanique qui attira surtout l'attention de Darwin : non pas la Botanique descriptive, mais bien cette partie de la Science qui touche à des phénomènes obscurs, peu connus et relevant surtout de la Physiologie. On sait quelle importance les savants les plus autorisés ont attachée à ses observations et à ses expériences sur le polymorphisme, sur le croisement entre les formes différentes d'une même espèce, sur les plantes grimpantes, sur la fécondation des Orchidées, etc. L'éminent botaniste Hooker, dans un discours solennel, déclarait que les découvertes physiologiques de Darwin étaient les plus belles qui eussent été faites depuis dix ans. Notre illustre confrère M. de Candolle n'a jamais caché son admiration pour le savant anglais; et, dans une lettre que je retrouverais au besoin, il m'écrivait à peu près, avec la modestie extrême que nous lui connaissons tous : « Ce n'est pas moi, c'est Darwin que l'Aca-
» démie aurait dû nommer son associé étranger ».

» Et pourtant ce n'est pas cet ensemble de travaux, tous précis, tous exacts, tous apportant à la Science des résultats désormais acquis, qui ont valu à Darwin son immense réputation et sa popularité bruyante. C'est sa théorie sur l'origine des espèces qui a appris au monde entier, aux ignorants comme aux savants, le nom de l'illustre Anglais. C'est que cette théorie semblait répondre à une des aspirations les plus vives et, je n'hésite pas à le dire, à un des besoins les plus nobles de l'esprit humain; c'est qu'elle paraissait expliquer le monde des êtres organisés, comme les Mathématiques, l'Astronomie, la Géologie, la Physique ont expliqué le monde des corps bruts. Ce que Darwin a tenté, c'est de rattacher à l'action des causes secondes seules le merveilleux ensemble qu'étudient les bota-

nistes, les zoologistes; il a voulu en faire comprendre la genèse et l'évolution, de même que les astronomes et les géologues nous ont appris comment notre globe a pris naissance, comment sa surface est devenue ce que nous la voyons.

» Il n'y a rien que de parfaitement légitime dans ce grand effort d'un grand esprit, et il faut bien que la conception de Darwin ait en elle quelque chose de sérieux autant que de séduisant, pour avoir entraîné, non pas seulement la foule, qui juge sur parole et trop souvent au gré de ses passions, mais surtout des hommes comme Hooker, Huxley, Vogt, Lubbock, Brandt, Philippi, Haeckel, Lyell et tant d'autres.

» C'est qu'en effet le point de départ de Darwin est inattaquable. Personne aujourd'hui, je pense, ne songerait à nier ce qu'a de parfaitement vrai ce qu'a dit le savant anglais de la lutte pour l'existence et de la sélection naturelle. C'est qu'il est resté jusque-là sur le terrain de l'observation, de l'expérience. Plus loin, ces deux guides de la science moderne lui font subitement défaut. Lui qui cherche à expliquer l'origine des espèces, il ne se demande pas ce qu'il faut entendre par ce mot. Je ne veux pas rechercher ici quelle est la notion vraie que l'on doit avoir de ce groupe fondamental. Mais encore était-il nécessaire que, voulant en parler, Darwin s'en fît une idée précise quelconque. C'est ce qu'il n'a pas fait; et voilà comment il est tombé dans le vague qui l'a conduit à l'erreur. C'est comme un voyageur qui, suivant une route sûre, quoique aride, la quitterait, séduit par le mirage, et se perdrait en plein désert.

» Mais ce voyageur, tout égaré qu'il est, peut découvrir, au milieu des sables, de riches oasis dont il révélera l'existence. Telle a été la destinée de Darwin. C'est précisément sous l'empire des idées que je ne puis accepter qu'il a entrepris et mené à fin quelques-uns de ses travaux les plus curieux, les plus importants, travaux auxquels il n'aurait sans doute jamais pensé s'il avait suivi une voie plus régulière.

» La question qui s'imposait le plus impérieusement à Darwin est une de celles qui ont préoccupé les plus grands esprits, Geoffroy Saint-Hilaire comme Buffon : je veux parler de la variabilité de l'espèce. Elle fait le fonds de la doctrine du savant anglais; il en est sans cesse préoccupé et la cherche toujours, partout, dans les deux règnes organiques. C'est grâce à ce point de vue spécial qu'il a su voir bien des faits qui avaient échappé à ses prédécesseurs; qu'il a institué des expériences auxquelles on n'avait pas songé; qu'il a atteint des résultats inattendus, très positifs, dont auront désormais à tenir compte la Physiologie, la Botanique, la Zoologie. Là est

l'œuvre originale de Darwin, celle qui lui assure une place à part et des plus élevées parmi les naturalistes. Et, chose remarquable, il y a dans cette œuvre des enseignements pour tous. Nulle part on ne trouvera d'arguments plus sérieux pour combattre les doctrines transformistes qui ont provoqué ces études. En revanche, nulle part on ne rencontrera de plus solides raisons à opposer aux morphologistes exagérés. On comprend que je ne puis développer ici toute ma pensée; mais je ne crois pas exagérer en disant que, pendant bien longtemps et peut-être toujours, quiconque se préoccupera des questions générales auxquelles je fais allusion devra d'abord étudier les écrits de Darwin.

» Je ne saurais les énumérer ici. Il en est d'ailleurs qui échappent à ma compétence. Je veux seulement rappeler les deux volumes consacrés à l'étude de la variation chez les animaux et les plantes sous l'empire de la domestication; et, au milieu de la masse de faits, d'observations, d'expériences contenus dans ces mille pages, je ne m'arrêterai qu'un instant au Mémoire sur les pigeons.

» Ce travail a demandé à Darwin dix années d'études. Pour en réunir les matériaux, il s'était procuré des échantillons de toutes les races connues de pigeons; il en avait préparé lui-même les squelettes, qu'il a décrits presque os par os. De cette étude des caractères extérieurs et ostéologiques, il a conclu que ces oiseaux domestiques, indistinctement appelés du même nom, présentent au moins 150 formes plus ou moins tranchées, se perpétuant toutes par voie de génération et pouvant être prises pour autant d'espèces, si on les rencontrait vivant en liberté. Ces formes sont en outre assez différentes pour que, si on leur appliquait les règles de la classification employée dans la distribution des espèces, on dût en former cinq genres distincts.

» En présence d'une diversité si grande, Darwin s'est demandé si toutes ces espèces apparentes peuvent remonter à une forme initiale commune; ou bien si, comme l'avaient pensé Buffon et Cuvier lui-même, plusieurs espèces sauvages avaient mêlé leur sang pour engendrer ce que nous appelons les pigeons domestiques. Or, par un ensemble de faits précis et de déductions rigoureuses, il arrive à montrer que tous les pigeons descendent du seul Biset, la *Columba livia* des naturalistes. Puis, il contrôle par l'expérience ce résultat tiré de l'observation. Il marie entre elles les formes les plus dissemblables; il accumule dans les mêmes sujets le sang des représentants des cinq genres prétendus dont je parlais plus haut; il trouve que ces produits si complexes ne perdent rien de leur fécondité. Enfin,

comme contre-épreuve, il marie ces pigeons avec d'autres espèces que le Biset, et constate la disparition de la fécondité.

» Rien de plus net que les conséquences qui ressortent de ce long labeur. L'espèce peut varier presque indéfiniment dans les formes de ses représentants, sans perdre ce qu'elle a de fondamental, savoir : la faculté de se reproduire. La séparation physiologique des espèces, même très voisines, est mise en évidence tout aussi clairement par ces expériences. Tous ces faits sont en contradiction absolue avec le fond même de la théorie qui admet l'évolution et la transmutation de l'espèce. Darwin va-t-il pour cela les nier ou les méconnaître ? Non certes ; et c'est ici qu'apparaît dans tout son jour un trait de caractère et d'intelligence que je dois au moins indiquer, sous peine de laisser une grave lacune dans cette trop rapide esquisse.

» Les disciples enthousiastes de Darwin affirment qu'il a tout expliqué dans le monde organique. Bien autre est le langage du maître. Sans doute il se laisse trop souvent entraîner par l'élan de sa pensée. Pourtant, bien souvent aussi, il garde assez de sang-froid pour reconnaître, jusque dans ses propres travaux, les raisons et les faits qui militent en faveur de ses adversaires. Alors, il s'empresse de les leur signaler avec une loyauté qui a quelque chose de chevaleresque. Il est le premier à déclarer qu'il ne sait rien sur l'apparition de l'archétype, ancêtre de tous les êtres organisés ; il repousse, comme étant en désaccord avec les résultats de l'expérience, la croyance à une génération spontanée, qui aurait si facilement complété sa doctrine ; il reconnaît que la lutte pour l'existence et la sélection naturelle ne peuvent expliquer l'apparition dans un organisme de quoi que ce soit de vraiment nouveau ; il fait le même aveu quand il s'agit de l'infécondité, qui doit, à un moment donné, séparer physiologiquement des formes issues d'une même souche et les transformer en espèces distinctes. Cette bonne foi constante donne à certaines pages de Darwin un charme particulier. On suit avec intérêt, jusque dans ses écarts, ce penseur, tout occupé de vous imposer ses croyances, et qui n'en met pas moins entre vos mains, avec une véritable candeur, les armes les plus propres à le combattre. On pose ses livres avec un redoublement de haute estime pour le savant, d'affectueuse sympathie pour l'homme.

» Pas plus dans ces pages presque improvisées que dans mes autres écrits, je ne pouvais taire ce qui me sépare de Darwin. Comme toujours, je l'ai fait à regret. En revanche, c'est du fond du cœur que j'ai tenté de lui rendre un dernier et bien juste hommage.

» En agissant ainsi, il me semble que je dois me trouver d'accord avec le sentiment général de l'Académie. Elle n'accueillit pas d'emblée la candidature de Darwin comme Correspondant. Quelques séides du savant anglais lui en ont fait un reproche; c'est à tort. Pour eux, le mérite de Darwin était surtout dans sa théorie. Par ses premières hésitations, l'Académie a indiqué qu'elle ne pouvait s'associer à ce jugement. Puis, en accueillant l'auteur du livre *Sur l'origine des espèces,* elle a prouvé qu'elle avait su reconnaître tout ce qu'il y a d'important, de durable dans l'œuvre complexe de l'illustre naturaliste et rendre justice à ses mérites vrais. Elle a donc rempli de tout point ses devoirs de tribunal scientifique avec une haute impartialité.

» Aujourd'hui, Darwin est mort; et, à coup sûr, nul dans cette enceinte n'a marchandé de sincères, de cordiaux regrets à ce véritable et grand savant qui a voulu passer sa vie entière, uniquement consacrée à l'étude, à la méditation, dans une retraite modeste, loin des honneurs qu'il lui eût été si facile d'atteindre et qui sont venus le chercher, quand il ne pouvait plus s'en défendre. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions du bichlorure de mercure.* Note de M. H. Debray.

« Je me sers, depuis quelque temps déjà, du calomel pour précipiter le palladium et le platine à l'état métallique; de leurs solutions de chlorures le calomel passe alors à l'état de bichlorure soluble et laisse dans la liqueur l'iridium, le ruthénium et le rhodium à l'état de sesquichlorures.

» Je n'insiste pas, pour l'instant, sur les avantages et les inconvénients de ce nouveau mode de séparation des métaux du platine; ce sera l'objet d'une Communication spéciale. Je désire seulement aujourd'hui indiquer quelques réactions particulières du bichlorure de mercure lorsqu'il est en présence du chlorhydrate d'ammoniaque ou des chlorures alcalins, réactions que j'ai observées dans le cours de ce travail.

» I. On sait que le bichlorure de mercure est ramené à l'état de calomel ou de protochlorure insoluble dans l'eau par la dissolution d'acide sulfureux. La réaction, lente à froid, s'accélère beaucoup à chaud, et elle est même très rapide dans le voisinage de l'ébullition. Il n'en est plus de même quand la dissolution renferme une notable quantité de sel marin (vingt fois le poids du sublimé corrosif ou plus); à l'ébullition, en renouvelant

autant de fois qu'on le voudra l'acide sulfureux, on n'obtient aucun précipité de calomel.

» Le bichlorure de mercure, en se combinant aux chlorures alcalins, deviendrait-il irréductible par l'acide sulfureux? C'est une hypothèse que les récents travaux de Thermochimie de M. Berthelot sur ces combinaisons rendent inadmissible. La chaleur de combinaison des chlorures alcalins avec le chlorure mercurique est très faible par rapport à celle que dégage la réduction de ce chlorure par l'acide sulfureux ([1]); par conséquent, l'addition du sel marin ne doit pas empêcher cette réduction ; elle peut cependant en modifier les conditions.

» Si, en effet, on opère en tubes scellés, à la température de 120° environ, c'est-à-dire si l'on chauffe à cette température le mélange de chlorures et l'acide sulfureux dissous, on obtient à la longue un précipité cristallin de calomel. Sans doute la réaction s'opérerait encore plus facilement à une température supérieure.

» Quoi qu'il en soit, on peut pratiquement considérer le sublimé corrosif comme irréductible par la dissolution d'acide sulfureux, quand ces corps se trouvent en présence d'un grand excès de sel alcalin et que l'on opère en vases ouverts. J'écarte, bien entendu, l'hypothèse qui admettrait que cette réduction a réellement lieu, avec production de quelque combinaison soluble du mercure, nécessairement autre que le calomel; car si, dans la liqueur claire, dont on a chassé par l'ébullition l'acide sulfureux, on ajoute une solution de potasse en excès, il se précipite bien réellement de l'oxyde mercurique sans trace d'oxyde mercureux.

» II. La précipitation du chlorure mercurique par la potasse (ou la soude), en présence d'un grand excès de chlorure alcalin, présente d'ailleurs quelques particularités intéressantes.

» Quand on verse peu à peu un alcali soluble dans une dissolution de bichlorure de mercure, il se forme un précipité de couleur variable allant du jaune au noir, surtout quand on chauffe la liqueur. Cela tient à ce qu'il se forme des oxychlorures de composition variable avec les proportions de chlorure soluble et d'alcali employé. Si l'alcali est en excès, tous les oxychlorures sont détruits, et l'on obtient le précipité bien connu d'oxyde jaune de mercure.

» La présence d'un grand excès de sel marin empêche la production de

---

([1]) $2HgCl + SO^2$ (dissous) donnant (SO^3HO et HCl) dissous dégagent $14^{cal},7$; la formation d'un sel double dissous dégage toujours moins d'une calorie.

ces composés intermédiaires. L'addition d'un alcali dans une telle solution ne détermine pas instantanément de précipité, même quand l'alcali est en excès; l'oxyde de mercure se dépose seulement après quelques instants avec une apparence cristalline, comme il arrive pour le phosphate ammoniaco-magnésien et d'autres corps, dont la précipitation est successive et plus ou moins lente. Mais, à tous les instants de sa précipitation, l'oxyde apparaît avec ses caractères définitifs.

» Cet oxyde cristallin, transparent au microscope, est plus dense que l'oxyde ordinairement obtenu par précipitation. Il est jaune quand on le prépare en liqueurs froides; mais, si l'on précipite à l'ébullition, il a une couleur rouge voisine de celle de l'oxyde obtenu par la calcination de l'azotate. Comme ce dernier, l'oxyde rouge précipité et cristallin est inattaquable par le chlore sec; l'oxyde jaune cristallin s'attaque un peu par le chlore, mais bien plus lentement que l'oxyde ordinaire amorphe. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'emploi des gaz liquéfiés, et en particulier de l'éthylène, pour la production des basses températures.* Note de M. L. CAILLETET.

« L'éthylène, d'après mes expériences, se liquéfie sous les pressions suivantes :

60 atm	+ 10°
56	+ 8
50	+ 4
45	+ 1

» Son point critique est voisin de + 13° (¹), tandis que celui de l'acide carbonique correspond à + 31°.

» Ces propriétés m'ont engagé à rechercher si l'éthylène liquéfié ne donnerait pas un froid plus intense que celui qui correspond à l'ébullition du protoxyde d'azote.

» Pour comparer ces températures, je me suis servi d'un thermomètre à divisions arbitraires, rempli de sulfure de carbone.

» Ce thermomètre, dont la marche ne pourra être connue exactement que par les déterminations dont je m'occupe en ce moment, descend à

(¹) Les déterminations du point critique sont toujours fort difficiles, attendu qu'une trace d'un gaz étranger élève ou abaisse cette température.

une division correspondant sensiblement à — 105°, lorsqu'on le plonge dans l'éthylène liquide, température bien inférieure à celle du protoxyde d'azote, qui bout à — 88°.

» L'éthylène qui sert à mes expériences est préparé par la méthode ordinaire, en chauffant un mélange d'alcool et d'acide sulfurique concentré. Le gaz traverse, avant de se rendre au gazomètre, un flacon d'acide sulfurique refroidi, qui absorbe l'éther, et des dissolutions de potasse, qui retiennent l'acide sulfureux. Au moyen de la pompe que j'ai eu l'honneur de faire connaître récemment à l'Académie ([1]), j'aspire le gaz contenu dans le gazomètre et je le comprime dans des bouteilles qui ont été essayées à plusieurs centaines d'atmosphères.

» La liquéfaction de l'éthylène se fait facilement avec mes appareils, mais son emploi à l'état liquide a présenté de sérieuses difficultés. Lorsqu'on cherche, en effet, à le recueillir, ainsi qu'on le fait pour le protoxyde d'azote, il peut arriver qu'on n'obtienne pas trace de liquide; il a donc fallu chercher des procédés spéciaux pour l'utiliser comme source de froid intense.

» Dans ce but, j'ai construit un appareil dans lequel l'éthylène, en traversant un tube de cuivre capillaire, passe du récipient qui le contient dans une éprouvette en verre mince renfermée dans une enveloppe de cuivre très résistante refroidie à — 25° ou — 30°. La distillation se fait à raison de la différence des températures, et l'on recueille dans le tube de verre refroidi une certaine quantité d'éthylène parfaitement limpide, incolore et très mobile; mais la volatilité de ce corps est telle qu'il est difficile de l'utiliser sous cette forme. Lorsque, au contraire, on projette l'éthylène liquide en ouvrant le robinet du récipient qui le contient, de telle sorte que les gouttes liquides viennent frapper directement l'appareil à refroidir, on n'éprouve plus de pertes de liquide et l'on profite, en outre, de l'abaissement de température produit par la détente du gaz non liquéfié.

» On réalise facilement cette expérience en fixant, au moyen d'un support en fer, le récipient qui contient l'éthylène liquide et refroidi; on ajoute à l'orifice du récipient dirigé en bas un tube de verre de $0^{m},005$ ou $0^{m},006$ de diamètre, recourbé à angle droit. Lorsqu'on ouvre le robinet, le gaz détendu et le liquide sont projetés, avec une vitesse modérée, sur l'appareil

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV.

à refroidir, et on recueille une quantité de liquide qu'on ne pourrait obtenir autrement ([1]).

» C'est ce dispositif que j'ai employé pour étudier la liquéfaction de l'oxygène. Je comprime ce gaz pur et sec dans le réservoir de mon appareil à pression, auquel j'ai soudé un tube de verre capillaire disposé verticalement.

» Ce tube, qui peut supporter une pression d'au moins 200^{atm}, se recourbe à la partie supérieure, de façon à plonger dans une éprouvette à doubles parois, qui doit recevoir le jet d'éthylène.

» En étudiant les effets produits par une diminution brusque de pression, sur l'oxygène refroidi à une température d'au moins $-105°$, j'ai constaté des phénomènes qui diffèrent complètement de ceux que j'avais précédemment observés, en opérant dans du protoxyde d'azote à $-88°$. A cette dernière température, l'oxygène donne un léger brouillard, qui disparaît au moment même de la détente, tandis qu'à $-105°$, en opérant la condensation dans un tube peu capillaire, on observe facilement une ébullition tumultueuse qui persiste pendant un temps appréciable et ressemble à la projection d'un liquide dans la partie du tube refroidi. Cette ébullition se forme à une certaine distance du fond du tube.

» Je n'ai pu reconnaître si ce liquide préexiste ou s'il se forme au moment de la détente, car je n'ai pu voir encore le plan de séparation du gaz et du liquide.

» L'éthylène liquéfié, en bouillant à la pression atmosphérique, peut donc produire un froid plus intense que ceux qui ont été réalisés jusqu'à présent. L'éthylène jouit, en outre, de la propriété de rester liquide et transparent aux températures où le protoxyde d'azote et l'acide carbonique deviennent solides et opaques.

» J'espère qu'en condensant, au moyen des appareils dont je dispose, des gaz plus difficilement liquéfiables que l'éthylène, je pourrai reculer encore la limite de ces froids extrêmes ([2]). »

([1]) Cette méthode pourra être employée avec avantage quand on aura à se servir de protoxyde d'azote ou d'autres liquides très volatils.

([2]) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Chimie minérale de l'École Normale supérieure.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai précédemment décrit [1] un certain nombre de réactions principales destinées à servir de base à l'analyse quantitative des composés du gallium. Avant d'aborder l'application de ces réactions, je vais indiquer leurs sensibilités relatives.

» 1° *Zinc métallique.* — $\frac{1}{6}$ de milligramme de gallium est aisément retrouvé, sans perte sensible, dans un litre de liquide, même en présence de beaucoup de substances étrangères. A ce degré de dilution, on est donc encore loin de la limite de sensibilité du procédé. La difficulté de se procurer du zinc pur restreint malheureusement en pratique l'emploi de ce métal pour les analyses délicates.

» 2° *Hydrate cuivrique.* — Même sensibilité que pour le zinc.

» 3° *Cuivre et protoxyde de cuivre.* — Même exactitude qu'avec les deux procédés précédents. Le cuivre et ses oxydes, étant très faciles à préparer à l'état de pureté dans les laboratoires, sont à recommander toutes les fois que leur emploi est applicable.

» 4° *Sulfure d'arsenic.* — Sensibilité très grande, bien que peut-être légèrement inférieure à celle des trois réactions précédentes. On retrouve encore la majeure partie de $\frac{1}{6}$ de milligramme de gallium dans un litre de liquide.

» 5° *Sulfure de manganèse.* — Avec $\frac{1}{6}$ de milligramme de gallium par litre, on obtient à la fin de l'opération la raie Gaα417, mais moins vive que si l'on s'était servi de sulfure d'arsenic.

» 6° *Cyanoferrure jaune de potassium.* — $\frac{1}{206000}$ de gallium se précipite et se recueille sur un filtre sans perte sensible; on pourrait donc aller encore plus loin.

» 7° *Ebullition après sursaturation ammoniacale.* — Ce procédé, d'une exactitude relativement grande, donne cependant lieu à des pertes qui me paraissent être comprises entre 1^{mgr} et $1^{mgr},5$ par litre. Dans une analyse rigoureuse, on chasse l'ammoniaque au bain-marie, ou bien on produit l'ébullition dans un ballon incliné, afin d'éviter les pertes par projection de gouttelettes.

» 8° *Carbonate de chaux à froid, puis ébullition ammoniacale de la solution*

(1) *Comptes rendus*, novembre 1881, p. 815, et avril 1882, p. 1154.

chlorhydrique du mélange de CaO, CO^2 et Ga^2O^3. — Les pertes, légèrement supérieures à celles du procédé précédent, s'élèvent à environ 1^{mgr},5 par litre du liquide primitif traité par CaO, CO^2.

» 9° CaO, CO^2 *à chaud, après réduction de la liqueur par le sulfite de soude, puis ébullition ammoniacale de la solution chlorhydrique du mélange de* CaO, CO^2 et Ga^2O^3. — La perte est de 1^{mgr},5 environ par litre du liquide primitif.

ANALYSE QUANTITATIVE DES SELS DE GALLIUM.

» *Séparation d'avec les alcalis* (Cs, Rb, K, Na, Li *et ammonium*). — Quand la proportion de gallium n'est pas très petite, le plus simple est de sursaturer la solution chlorhydrique par l'ammoniaque et de faire bouillir jusqu'à ce qu'un papier de tournesol, placé d'avance dans la liqueur, ait pris une teinte franchement rouge. Il faut remplacer l'eau à mesure qu'elle s'évapore. L'oxyde de gallium est reçu sur un filtre, lavé, séché et calciné. Pour séparer de faibles traces de gallium perdues au milieu de masses considérables de sels alcalins, on traite la liqueur bouillante par l'hydrate cuivrique. Le mélange de Ga^2O^3 et d'oxyde cuivrique est repris par l'acide chlorhydrique en notable excès; le sulfure de cuivre, qu'on précipite alors par l'hydrogène sulfuré, n'entraîne pas le gallium, et la liqueur, évaporée à un faible volume, est sursaturée par l'ammoniaque, puis longuement bouillie.

» *Séparation d'avec les alcalino-terreux* (Ba, Sr et Ca). — Si la galline est en quantité un peu notable, on peut la précipiter directement par la sursaturation ammoniacale, suivie d'ébullition prolongée; les oxydes alcalino-terreux restent dans la liqueur. Des traces de Ga^2O^3, mêlées de beaucoup de sels de Ba, Sr ou Ca, sont séparées au moyen de l'hydrate cuivrique. On peut aussi précipiter la baryte et la majeure partie de la strontiane ou de la chaux par l'acide sulfurique en liqueur plus ou moins alcoolisée. Après évaporation de l'alcool et concentration à un petit volume, la galline est récupérée par l'ébullition ammoniacale ou par l'hydrate cuivrique, suivant les cas et le degré d'exactitude nécessaire. Quand on a séparé le Ga^2O^3 par l'ébullition ammoniacale d'une solution sulfurique, il faut le calciner fortement, afin de chasser complètement l'acide sulfurique.

» *Séparation d'avec la magnésie.* — L'ébullition prolongée de la solution sursaturée par l'ammoniaque réussit bien. Le procédé par l'hydrate cuivrique convient au cas des faibles quantités de galline, souillées de beaucoup de magnésie.

» *Séparation d'avec l'alumine et l'oxyde de chrome.* — Le procédé le plus

commode consiste à précipiter le gallium par le prussiate jaune au sein d'une liqueur chlorhydrique très acide (contenant au moins un quart à un tiers de son volume de HCl concentré). Lorsque le gallium est en faible proportion (moins de $\frac{1}{100000}$), il faut un ou deux jours de repos pour que le dépôt soit formé; on le reçoit alors sur un filtre, et on le lave avec de l'eau contenant un quart à un tiers de son volume de HCl; le filtre est ensuite séché à une douce chaleur et calciné; il en résulte un mélange d'oxydes de gallium et de fer, qu'on sépare, ainsi qu'il sera dit dans la suite de cette étude. La formation, presque inévitable, d'un peu de bleu de Prusse dans la liqueur très acide n'offre aucun inconvénient, et ne fait qu'augmenter la proportion de Fe^2O^3 à séparer plus tard de Ga^2O^3 (1). Le cyanoferrure permet de séparer et de doser la galline mélangée à deux mille fois son poids et plus d'alumine ou de sesquioxyde de chrome. Cependant de faibles traces de galline, disséminées au milieu de masses énormes de Al^2O^3 ou Cr^2O^3, pourraient échapper à l'action du prussiate jaune; on les recueillerait alors, au moyen de l'entraînement, par les sulfures métalliques (ZnS, As^2S^3 ou MnS) formés en liqueurs alcalines ou acétiques. La précipitation par l'hydrogène sulfuré dans une solution contenant de l'acétate d'ammoniaque, de l'acide acétique libre et de l'acide arsénieux, me paraît devoir être préférée. Le sulfure d'arsenic gallifère, préalablement lavé à l'eau sulfhydrique chargée d'un peu d'acétate acide d'ammoniaque, est attaqué par l'eau régale (2); on évapore presque à sec, en présence d'un excès de HCl, ce qui élimine l'acide nitrique; l'acide arsénique est réduit par le gaz sulfureux (ou par un sulfite alcalin); on étend d'eau fortement chargée d'acide chlorhydrique, et on fait passer H^2S; le sulfure d'arsenic est cette fois lavé à l'eau sulfhydrique contenant de l'acide chlorhydrique; le gallium reste dans la liqueur, qu'il suffit de concentrer à petit volume et de faire bouillir, après sursaturation ammoniacale, pour obtenir la galline. »

---

(1) Quand le Ga^2O^3 a été faiblement calciné, il se dissout encore dans HCl ou SH^2O^4; mais, après avoir subi la température du rouge-blanc, il n'est plus attaqué par HCl, SH^2O^4 ni KHO aqueuse; on doit alors le fondre avec un bisulfate alcalin ou avec KHO.

(2) Le sulfure d'arsenic gallifère, simplement lavé à l'acide chlorhydrique concentré et chaud, perd la majeure partie de son gallium, dont il reste néanmoins des traces dans le précipité. Le As^2S^3 doit donc être dissous par l'eau régale et régénéré en présence de HCl, si l'on veut obtenir tout le gallium.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Gegner : MM. Dumas, Bertrand, H. Milne Edwards, Boussingault et Jamin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Chevreul et Becquerel.

Prix Delalande-Guérineau : MM. de Lesseps, Mouchez, H. Milne Edwards, de Quatrefages et Perrier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Jurien de la Gravière et d'Abbadie.

Prix Jérôme Ponti : MM. Bertrand, Dumas, Berthelot, Boussingault, H. Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Wurtz et Jamin.

Commission chargée de présenter une question de *grand prix de Sciences mathématiques* pour 1884 : MM. Hermite, Bertrand, Jordan, O. Bonnet et Bouquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question du prix Bordin (*Sciences mathématiques*) pour 1884 : MM. Bertrand, Hermite, O. Bonnet, Bouquet et Puiseux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Resal.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. C. Stephanos, *intitulé : « Mémoire sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne. »*

(Commissaires : MM. Bonnet, Bouquet; Jordan, rapporteur.)

« La recherche des covariants d'une forme binaire ou d'un système de semblables formes a donné lieu, depuis une quarantaine d'années, à une

foule de travaux, dont plusieurs ont eu une influence capitale sur les progrès de l'Analyse mathématique.

» M. Stephanos se propose la question inverse : *Déterminer les formes ou systèmes de formes primitives, qui ont pour covariant une forme donnée* a priori. Ce problème est, si nous ne nous trompons, entièrement neuf; son étude a conduit l'auteur à un grand nombre de résultats fort intéressants, dont nous signalerons brièvement les principaux.

» Dans la première partie de son Mémoire, M. Stephanos prend pour point de départ la définition suivante, introduite par M. Rosanes.

» Deux formes f et f_1, d'ordre $m+1$, sont dites *conjuguées*, si l'invariant simultané linéaire par rapport aux coefficients des deux formes est égal à zéro.

» Les formes conjuguées à une même forme f constituent un réseau à m paramètres

$$a_1 f_1 + a_2 f_2 + \ldots + a_{m+1} f_{m+1},$$

dont l'auteur donne l'expression générale en fonction des racines, égales ou inégales, de l'équation $f=0$.

» Soit plus généralement

$$af + a_1 f_1 + \ldots + a_k f_k \tag{1}$$

un réseau de formes à k paramètres. Les formes conjuguées à toutes celles de ce réseau constituent un second réseau à $m-k$ paramètres

$$a_{k+1} f_{k+1} + \ldots + a_{m+1} f_{m+1}. \tag{2}$$

» *Ces deux réseaux ont les mêmes covariants.* — Cette proposition importante, que M. Stephanos établit d'une manière aussi simple qu'ingénieuse, doit être considérée comme la clef de son analyse.

» M. Gordan avait, en effet, montré que les covariants du faisceau (1) (combinants des formes $f, f_1, \ldots, f_k$) coïncident avec les covariants d'une forme unique à $k+1$ séries de variables. M. Stephanos substitue à cette forme la forme équivalente relative au réseau conjugué. Cette expression contient encore un facteur superflu qu'il supprime. Il remplace enfin, à l'exemple de M. Gordan, cette forme unique à plusieurs séries de variables par un système équivalent de covariants élémentaires à une seule série de variables.

» Appliquant ces considérations générales au cas particulier d'un *fais-*

ceau de formes

$$af + af_1,$$

M. Stephanos en tire une série de relations entre les covariants élémentaires de M. Gordan relatifs à ce faisceau, ainsi qu'entre ces covariants et une forme quelconque du faisceau ; il en déduit en particulier :

» 1° L'expression générale des jacobiennes des faisceaux qui contiennent une forme donnée;

» 2° La condition pour qu'une forme f divise la jacobienne d'un faisceau contenant une autre forme φ. Il est remarquable que cette condition soit symétrique par rapport aux deux formes f et φ.

» Nous citerons encore la proposition suivante :

» *Si deux faisceaux*

$$af + a_1 f_1 \quad \text{et} \quad a_2 f_2 + a_3 f_3$$

ont la même jacobienne, à tout faisceau contenu dans le réseau

$$af + a_1 f_1 + a_2 f_2 + a_3 f_3$$

correspondra un faisceau complémentaire ayant la même jacobienne.

» Dans la seconde partie de son Mémoire, M. Stephanos résout dans tous ses détails le problème suivant :

» *Déterminer les faisceaux de formes biquadratiques qui ont pour jacobienne une forme donnée du sixième ordre.*

» Ces faisceaux ont, en outre de α, un second covariant élémentaire θ du second ordre; ils seraient complètement déterminés si θ était connu.

» Mais θ peut lui-même être déterminé au moyen de la relation qui le lie à α et qui a été donnée dans la première partie du Mémoire. En discutant cette condition, on trouve que la fonction inconnue θ s'exprime au moyen des covariants de α et d'un invariant irrationnel I, dépendant d'une équation du cinquième degré. Le problème comporte donc cinq solutions.

» Soient $I_1, \ldots, I_5$ les racines de l'équation en I; $\theta_1, \ldots, \theta_5$ les valeurs correspondantes de θ. Si nous posons, pour abréger,

$$i = (\alpha, \alpha)_4, \qquad A = (\alpha, \alpha)_6,$$
$$\Theta_{rs} = (\theta_r, \theta_s)_2, \quad G_k = -\frac{15\lambda}{2A + 15I_k},$$

λ désignant une constante, on aura

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{l} \sum G_k = 0, \ \sum \theta_k = 0, \ \sum G_k\theta_k = 0, \ \sum G_k\theta_k^2 = 0 \\ i = \frac{1}{5}\sum \theta_k^2, \ \alpha = \frac{1}{5\lambda}\sum G_k\theta_k^3. \end{array}\right.$$

» Réciproquement, si l'on a cinq formes quadratiques θ_k et cinq constantes G_k différentes de zéro liées par des relations telles que (3), les formes θ_k seront les covariants quadratiques de cinq faisceaux ayant pour jacobienne la fonction $\alpha = \frac{1}{5\lambda}\sum G_k\theta_k^3$.

» Deux des formes θ deviennent égales si l'équation en I admet la racine $-\frac{2A}{15}$; elles restent distinctes, bien que l'équation en I admette des racines égales, lorsque l'invariant gauche de α est nul.

» M. Stephanos cherche ensuite à déterminer des formes quadratiques γ et η définies par la relation

$$(\alpha, \eta)_2 + \gamma\eta = 0.$$

» Ce problème comporte une infinité de solutions si α est un cube parfait. Dans le cas contraire, il n'en existe que dix, qu'on obtient généralement en posant

$$\gamma_{rs} = \theta_r + \theta_s, \quad \eta_{rs} = \lambda(\theta_r - \theta_s),$$

γ désignant un facteur constant.

» La forme η_{rs} jouit de cette propriété remarquable, que son carré est conjugué aux formes des faisceaux correspondants à θ_r et θ_s.

» M. Stephanos déduit de cette proposition une construction géométrique très élégante des cinq faisceaux cherchés.

» Considérons une conique C; les coordonnées de ses points pourront être exprimées par des fonctions entières et du second degré d'un paramètre $\frac{x_1}{x_2}$. Joignons par une droite les deux points qui ont pour paramètres les racines de la forme η_{rs}. Nous obtiendrons ainsi dix droites H_{rs}, correspondantes aux dix formes η.

» Cela posé, traçons un faisceau de coniques tangentes à quatre droites H ayant un indice commun r. Chacune d'elles aura avec la conique primitive quatre tangentes communes, dont les points de contact auront pour paramètres les racines d'une des formes du faisceau correspondant à θ_k.

» Les droites H_{rs} et leurs points d'intersection mutuels forment d'ailleurs la configuration connue comme constituant la section plane d'un système de dix plans déterminé par cinq points de l'espace.

» Le Mémoire considérable dont nous venons de donner une analyse incomplète contient, comme on a pu le voir, outre plusieurs théorèmes généraux d'une importance incontestable, l'étude complète d'une question particulière et déjà difficile, dont la solution a exigé de la part de l'auteur une rare habileté dans le maniement des calculs symboliques. Ce travail nous paraît donc tout à fait digne d'être inséré dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions du Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et Besançon.* Note de MM. **Barnaud** et **Leygue**.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie d'une opération que M. Leygue et moi avons effectuée dans le courant des mois de juin et juillet derniers, dans le but de déterminer la longitude du futur observatoire de Besançon.

» Le Gouvernement, de concert avec la ville de Besançon, venait de décider la création d'un observatoire destiné à provoquer et à constater les progrès de l'industrie horlogère locale et à lui venir en aide.

» Pénétré de l'importance des services que doit rendre le prompt développement d'un observatoire chronométrique à Besançon, le Bureau des Longitudes s'empressa dès lors de prendre toutes les mesures qui pouvaient hâter l'exécution de ce projet. Vers le milieu de mai, MM. Faye et Lœwy, membres du Bureau, se rendent à Besançon pour choisir un emplacement propice à la construction de l'observatoire. Leur choix se porte sur un petit plateau, situé à environ 4^{km} de la ville, où l'on trouve tout à la fois l'isolement qui devra assurer une entière stabilité aux divers instruments d'observation, un horizon bien dégagé, et aussi les précieux avantages d'un site agréable et d'un accès facile. Le Conseil municipal n'hésite pas à approuver un choix aussi heureux, et l'achat du terrain est voté à l'unanimité.

» Quelques jours après, le Bureau des Longitudes songeait à faire déter-

miner la position exacte du point qui avait été choisi, et MM. Barnaud et Leygue, lieutenants de vaisseau, attachés provisoirement à l'observatoire de Montsouris, avaient l'honneur d'être désignés par M. le contre-amiral Mouchez pour procéder à cette opération.

» En moins de vingt jours, grâce au concours bienveillant et empressé que nous ont prêté le maire de Besançon, M. Delavelle, et l'architecte de la ville, M. Bérard, nous avons pu faire construire un pavillon en briques de 6^m de longueur sur $4^m,50$ de large, muni de toutes les installations nécessaires pour effectuer des observations méridiennes dans les meilleures conditions possibles. En même temps, on élevait quatre piliers dont les bases étaient établies, à 3^m sous le sol, sur un lit de béton de $0^m,80$ d'épaisseur. D'autre part, l'Administration des Postes et Télégraphes s'empressait de faire relier notre pavillon au poste central par deux fils aériens, et mettait gracieusement à notre disposition tous les éléments de pile Callaud dont nous allions avoir besoin.

» La ville a pris généreusement à sa charge les frais de construction du pavillon et des diverses installations accessoires.

» Les premiers travaux avaient commencé le 8 juin, et le 27 juin M. Leygue observait une première série pour déterminer l'état de la pendule.

» Nous n'avons pas à décrire ici les méthodes que nous avons suivies, soit dans le courant de nos observations, soit dans la réduction ou dans le mode de discussion de nos séries. Il nous suffit de dire que nous avons en tous points appliqué scrupuleusement les principes que nous a exposés M. Lœwy dans ses savantes leçons, et qui ont été développés plusieurs fois déjà dans des Communications du même genre faites précédemment à l'Académie.

» Le tableau suivant résume les résultats trouvés pour la différence de longitude entre Paris et Besançon.

Première série (M. Barnaud étant à Paris).

Dates.	Longitudes.	Erreurs probables.	Poids.
2 juillet.........	$14^m.36^s,298$	±0,025	2,6
3 »	340	±0,030	1,7
4 »	404	±0,020	4,0
5 »	466	±0,022	3,2
7 »	280	±0,020	4,0
			15,5

Seconde série (M. Barnaud étant à Besançon).

Dates.	Longitudes.	Erreurs probables.	Poids.
12 juillet........	$14^m.36^s,675$	±0,025	2,6
13 »	660	±0,021	3,6
16 »	690	±0,020	4,0
17 »	614	±0,020	4,0
18 »	635	±0,020	4,0
26 »	678	±0,022	3,2
28 »	607	±0,022	3,2
			24,6

» Formant la moyenne pondérée des valeurs individuelles, on trouve

Première série............	$14^m 36^s,360$
Seconde série.............	$14^m 36^s,650$

» La moyenne $14^m 36^s,505$ représente la différence de longitude entre les deux piliers d'observation, c'est-à-dire entre l'Observatoire de Montsouris et le futur Observatoire de Besançon. Pour rapporter cette longitude au méridien de Cassini, il faut retrancher de ce nombre la valeur $0^s,238$. On obtient ainsi comme résultat définitif $14^m 36^s,267$.

» Comme on le voit d'après le tableau précédent, il y a eu échange des observateurs au milieu des opérations. La moyenne des deux séries de valeurs obtenues se trouve ainsi affranchie de la différence d'équation personnelle. Nous avons d'ailleurs évalué avec le plus grand soin cet important élément physiologique, tant au début qu'à la fin de notre travail, et nous avons constaté que les diverses valeurs obtenues différaient très peu les unes des autres. Nous avons été ainsi amenés à prendre pour valeur de la différence d'équation personnelle la moyenne générale des diverses valeurs individuelles obtenues soit avant, soit après les opérations. Si notre longitude est déterminée avec toute la précision que comporte l'excellence des méthodes employées, nous devons retrouver cette même différence d'équation personnelle en la tirant des deux longitudes déduites des moyennes de chaque série. Or, la détermination directe nous donne $0^s,146$; tandis que la demi-différence des deux longitudes nous donne $0^s,145$. Nous retrouvons donc la même valeur à un millième de seconde près.

» Cette concordance absolue nous autorise à présenter à l'Académie,

avec une entière confiance, un résultat qui fournit une base de plus au tracé géodésique français.

» Nous sommes heureux d'avoir été appelés à participer par nos travaux à une création qui ne peut manquer de donner un nouvel essor à l'industrie horlogère en Franche-Comté. Sans observatoire chronométrique, nos habiles horlogers franc-comtois ne pourraient atteindre dans leurs produits cette précision remarquable que les Suisses ont réalisée, grâce à la création d'observatoires tels que ceux de Genève et de Neuchâtel. Et si l'on songe que la France est une grande nation maritime, et qu'il convient d'assurer, par tous les moyens possibles, la sécurité de la navigation, on comprendra mieux encore l'opportunité de mesures qui doivent favoriser la fabrication de chronomètres à marche très régulière.

» Nous savons que plusieurs des principaux horlogers de Besançon se proposent d'entreprendre la construction de ces appareils délicats qui permettront d'obtenir, avec la plus haute précision, la connaissance de l'heure, un des plus importants éléments sur lesquels s'appuient les marins dans la détermination de la route.

» Nous avons la ferme conviction que bientôt les produits de la Franche-Comté, au point de vue de la précision du travail, pourront lutter avec succès contre la concurrence étrangère. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation d'un décret autorisant l'Institut à accepter, au nom des cinq Académies, la donation que lui a faite M. *Yvert*, pour la fondation d'un prix annuel qui portera le nom de *Jean-Jacques Berger*, ancien préfet de la Seine, et qui sera successivement décerné par les cinq Académies aux œuvres les plus méritantes concernant la ville de Paris.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La dissertation inaugurale, présentée à l'Université de Tubingue par M. *A. Vianna de Lima*, et ayant pour sujet l'étude d'un mouvement d'une série de points matériels.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, au nom de M. le prince *Bon-*

compagni les livraisons d'avril et de mai 1881 du « Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche ».

Le numéro d'avril 1881 renferme les Mémoires suivants : « Supplément à la bibliographie de Gergonne », par M. *Ch. Henry*; « Sur l'Optique des Arabes », par M. *E. Wiedemann*, traduction du Dr *Sparagna*. Ce numéro se termine par l'indication des publications récentes.

Le numéro de mai 1881 est consacré à une Notice sur un manuscrit inédit de Claude Mydorge, par M. *Ch. Henry*, et à la publication d'extraits du « Traité de Géométrie » de Claude Mydorge.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Développements en série d'une fonction holomorphe dans une aire limitée par des arcs de cercle.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. *Développement d'une fonction en série de fractions rationnelles.* — Soit une aire S, à contour simple, limitée par n arcs de cercle $C_1, C_2, \ldots, C_n$, tournant tous leur convexité vers l'intérieur de l'aire et ayant pour centres respectifs les points $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$. Si l'on désigne par $f(z)$ une fonction holomorphe dans l'aire S et par x un point de cette aire, on aura l'équation

$$(1) \qquad f(x) = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{f(z)}{z-x}\,dz,$$

l'intégrale étant prise sur le contour dans le sens positif. Partageons l'intégrale (1) en n parties relatives aux n arcs $C_1, C_2, \ldots, C_n$, et considérons en particulier celle de ces intégrales qui se rapporte à l'arc C_k. Les valeurs que prend z dans cette intégrale satisfont à la condition

$$(2) \qquad \text{mod.}\,\frac{z-\alpha_k}{x-\alpha_k} = \varepsilon_k, \quad \varepsilon_k < 1;$$

par suite, la fonction $\frac{1}{z-x}$ est, pour ces valeurs, représentée par la série uniformément convergente

$$(3) \qquad \frac{1}{z-x} = -\frac{1}{x-\alpha_k}\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}\left(\frac{z-\alpha_k}{x-\alpha_k}\right)^{\nu}.$$

Portant ce développement dans l'intégrale considérée relative à l'arc C_k, puis faisant la somme des n intégrales ($k = 1, 2, \ldots, n$) ainsi obtenues,

nous aurons, pour $f(x)$, le développement en série suivant :

$$(4)\quad f(x)=\sum_{k=1}^{k=n}\sum_{\nu=1}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)}\frac{1}{(x-\alpha_k)^\nu},\quad A_\nu^{(k)}=-\frac{1}{2\pi i}\int_{C_k}(z-\alpha_k)^{\nu-1}f(z)dz,$$

développement valable pour tous les points de l'aire S.

» Mais il se présente, au sujet de la série (4), une remarque intéressante. Imaginons que l'on décrive en entier les cercles auxquels appartiennent les arcs C_1, C_2, ..., C_n; désignons par T l'aire indéfinie située à l'extérieur de tous ces cercles. La série qui forme le second membre de l'équation (4) est encore convergente si x est un point de l'aire T; mais alors la somme de cette série est égale à zéro. En effet, si x est un point de l'aire T, l'intégrale (1), étendue au contour de l'aire S, est nulle; d'ailleurs les développements (3) et (4) sont encore convergents, car l'égalité (2) a toujours lieu.

» On a ainsi une série de fractions rationnelles qui est égale à $f(x)$ dans l'aire S et à zéro dans l'aire T. On pourrait de même former une série de fractions rationnelles égale à une fonction holomorphe $\varphi(x)$ dans l'aire T et à zéro dans l'aire S. La somme de ces deux séries représente $f(x)$ dans S et $\varphi(x)$ dans T. M. Weierstrass a déjà obtenu par d'autres considérations des séries de fractions rationnelles possédant des propriétés analogues (*Monatsbericht der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, août 1880).

» Les résultats précédents peuvent être étendus au cas où l'aire considérée limitée par des arcs de cercle ne serait plus à contour simple, et où certains des arcs limites tourneraient leur concavité vers l'intérieur de l'aire.

» II. *Développement d'une fonction en série de fonctions doublement périodiques.* — Considérons un réseau de parallélogrammes de côtés ω et ω'; supposons que l'aire S définie précédemment soit située tout entière à l'intérieur d'un des parallélogrammes; supposons, en outre, qu'en construisant les aires S', S'', ..., homologues de S dans les autres parallélogrammes, il arrive qu'aucun des cercles auxquels appartiennent les arcs C_1, C_2, ..., C_n n'empiète sur ces aires S', S'', ... On pourra toujours réaliser ces conditions en prenant les côtés des parallélogrammes suffisamment grands.

» Soient alors $f(z)$ une fonction holomorphe dans l'aire S, x un point de cette aire, $\theta_1(z)$ la fonction θ_1 formée avec les périodes ω et ω', et

$Z(z) = \frac{d \log \theta_1(z)}{dz}$. L'intégrale $\int f(z) Z(z-x) dz$ étendue au contour de l'aire S est égale à $2\pi i f(x)$. Partageons cette intégrale en n parties relatives aux n arcs $C_1, C_2, \ldots, C_n$. Pour toutes les valeurs de z situées sur l'arc C_k, $Z(z-x)$ est représenté par la série uniformément convergente

$$(5) \qquad \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} \frac{(z-\alpha_k)^\nu}{1.2\ldots\nu} Z^{(\nu)}(\alpha_k - x), \quad Z^{(\nu)}(u) = \frac{d^\nu Z(u)}{du^\nu}.$$

» Remplaçant dans chacune des intégrales partielles $Z(z-x)$ par la série correspondante (5), nous aurons le développement suivant :

$$(6) \qquad f(x) = \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)} Z^{(\nu)}(x - \alpha_k).$$

» La somme $A_0^{(1)} + A_0^{(2)} + \ldots + A_0^{(n)}$ est nulle, car elle est égale, au facteur $2\pi i$ près, à l'intégrale $\int f(z) dz$ prise sur le contour de l'aire S. Les deux membres de l'équation (6) ont la même valeur en tous les points de l'aire S; mais, sauf dans le cas particulier où $f(x)$ admet les périodes ω et ω', ils diffèrent dans les aires S', S'', ..., homologues de S, car le deuxième membre admet toujours ces deux périodes.

» III. *Développement d'une fonction en série de fonctions simplement périodiques.* — La considération de l'intégrale $\int f(z) \cot g \frac{\pi}{\omega}(z-x) dz$, étendue au contour de l'aire S, conduit de même au développement de $f(x)$ en série de fonctions admettant la période ω.

» IV. On peut, par les mêmes méthodes, traiter la question plus générale du développement d'une fonction holomorphe dans l'aire S en série de la forme

$$\sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)} \frac{d^\nu \psi(x-\alpha_k)}{dx^\nu},$$

où $\psi(z)$ désigne une fonction uniforme donnée qui a pour pôle simple le point $z = 0$ et qui possède une infinité d'autres pôles distribués d'une façon quelconque dans le plan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines formes quadratiques ternaires.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans ses recherches sur la transformation des fonctions abéliennes, M. Hermite a été conduit à étudier certaines formes quadratiques à quatre indéterminées, dont la théorie arithmétique peut être développée en faisant seulement sur les variables des substitutions formant un groupe spécial. Je me propose de montrer comment la considération du groupe de substitutions linéaires, dont je me suis précédemment occupé (voir les *Comptes rendus* de février et mars 1882), conduit pareillement à isoler des formes quadratiques ternaires générales certaines formes particulières.

» Soit

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= M_1 X + P_1 Y + R_1 Z,\\ y &= M_2 X + P_2 Y + R_2 Z,\\ z &= M_3 X + P_3 Y + R_3 Z \end{aligned}\right.$$

une substitution S entre trois indéterminées, dont nous désignerons le déterminant par Δ. Les coefficients sont des quantités complexes, et ils sont liés par les relations suivantes, où les lettres accentuées représentent les quantités conjuguées des lettres correspondantes :

$$R_1 R'_2 + R_2 R'_1 + R_3 R'_3 = M_1 P'_2 + M_2 P'_1 + M_3 P'_3,$$

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} M_1 P'_2 + M_2 P'_1 + M_3 P'_3 &= 0,\\ P_1 P'_2 + P_2 P'_1 + P_3 P'_3 &= 0,\\ R_1 M'_2 + R_2 M'_1 + R_3 M'_3 &= 0,\\ R_1 P'_2 + R_2 P'_1 + R_3 P'_3 &= 0. \end{aligned}\right.$$

» Voici tout d'abord une nouvelle propriété de ces substitutions; la substitution adjointe Σ à S de Gauss, c'est-à-dire

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{\partial\Delta}{\partial M_1} X_1 + \frac{\partial\Delta}{\partial P_1} Y_1 + \frac{\partial\Delta}{\partial R_1} Z_1,\\ y_1 &= \frac{\partial\Delta}{\partial M_2} X_1 + \frac{\partial\Delta}{\partial P_2} Y_1 + \frac{\partial\Delta}{\partial R_2} Z_1,\\ z_1 &= \frac{\partial\Delta}{\partial M_3} X_1 + \frac{\partial\Delta}{\partial P_3} Y_1 + \frac{\partial\Delta}{\partial R_3} Z_1 \end{aligned}$$

se déduit de la substitution S' conjuguée de S (par là j'entends la substitu-

tion dans laquelle les coefficients sont respectivement conjugués de ceux de la première) en faisant

$$x = y_1, \quad y = x_1, \quad z = z_1,$$
$$X = lY_1, \quad Y = lX_1, \quad Z = lZ_1,$$

l étant une constante telle que $ll' = k$, en désignant par k la valeur commune des deux membres de la première des équations (2).

» Cela posé, considérons la forme quadratique ternaire

$$F(x, y, z) = a_1 x^2 + a_2 y^2 + a_3 z^2 + 2b_1 yz + 2b_2 zx + 2b_3 xy,$$

et soit

$$f(x, y, z) = a'_1 x^2 + a'_2 y^2 + a'_3 z^2 + 2b'_1 yz + 2b'_2 zx + 2b'_3 xy$$

la forme aux coefficients conjugués; désignons enfin par $\mathfrak{F}(x_1, y_1, z_1)$ la forme adjointe de F. En établissant entre les coefficients de F les relations suivantes :

$$a'_2 b_3 + b'_3 a_2 + b_1 b'_1 = 0,$$
$$a'_2 b_2 + b'_3 b_1 + b'_1 a_3 = 0,$$
$$a_1 b'_1 + b_3 b'_2 + b_2 a'_3 = 0,$$

cette forme jouira de la propriété suivante : on aura

$$f(x', y', z') = \mathfrak{F}(x_1, y_1, z_1)$$

pour

$$x' = \sqrt{d}.y_1, \quad y' = \sqrt{d}.x_1, \quad z' = \sqrt{d}.z_1,$$

et le produit $d^2 d'$ est précisément l'invariant de F.

» Du résultat précédent on déduit sans peine la proposition suivante. Soit

$$A_1 X^2 + A_2 Y^2 + A_3 Z^2 + 2B_1 YZ + 2B_2 ZX + 2B_3 XY$$

une transformation de F obtenue par la substitution linéaire (1), dont les éléments vérifient les relations (2). Les coefficients de cette nouvelle forme satisferont aux mêmes relations que ceux de la proposée, c'est-à-dire que l'on aura

$$A'_2 B_3 + B'_3 A_2 + B_1 B'_1 = 0,$$
$$A'_2 B_2 + B'_3 B_1 + B'_1 A_3 = 0,$$
$$A_1 B'_1 + B_3 B'_2 + B_2 A'_3 = 0.$$

» Enfin, en désignant par D la transformée de d, on aura $D = hd$, h étant tel que $hh' = k^2$.

» On voit donc qu'on peut isoler, en quelque sorte, les formes F des formes générales à trois indéterminées, et l'on devra les comparer entre elles par les substitutions spéciales (1). On pourra alors se poser, sous ce point de vue, le problème de l'équivalence arithmétique de ces formes, établir la notion de classe, et rechercher si à une valeur de d correspond un nombre fini de classes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur des photographies du spectre de la nébuleuse d'Orion.* Note de M. H. **Draper**, présentée par M. Cornu.

« Pendant le mois de mars, j'ai obtenu quatre épreuves du spectre de la nébuleuse d'Orion ; j'ai obtenu aussi, de la nébuleuse elle-même, quelques photographies beaucoup plus étendues que celles que j'ai, jusqu'à présent, soumises à l'Académie.

» Des photographies spectrales on peut déduire les conclusions suivantes :

» 1° Les lignes de l'hydrogène $H\gamma$ et $H\delta$ sont marquées;

» 2° En outre, on observe des traces d'autres lignes situées entre les longueurs d'onde 4101 et 4330 dix-millioniémes de millimètre;

» 3° Il y a des portions de la nébuleuse voisines du Trapèze (*preceding the Trapezium*) qui donnent un spectre continu et qui, par conséquent, consistent soit en un gaz sous pression, soit en liquide ou solide.

» La durée d'exposition dans le télescope était d'environ deux heures, et, dans l'une des épreuves, le spectre d'une étoile de 10e grandeur est visible. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation des électrodes et sur la conductibilité des liquides.* Note de M. É. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

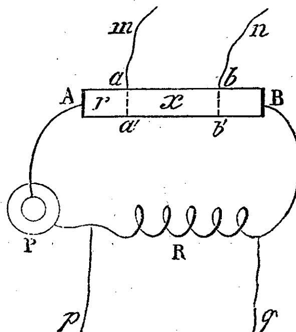
« 1. En 1876, M. Lippmann [1] a décrit une méthode électrométrique pour la mesure de la conductibilité des liquides. On me permettra d'en rappeler le principe.

» Le circuit d'une pile P comprend une résistance métallique connue R et une colonne cylindrique AB d'un électrolyte. Les électrodes A et B ont une section égale à celle du cylindre, de telle sorte que AB est parcouru

---

[1] Lippmann, *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 192; 1876.

par un courant uniforme et que le potentiel a une valeur constante dans toute l'étendue d'une section normale aa' quelconque du cylindre. Deux fils métalliques isolés et identiques entre eux, m et n, sont en communication avec deux sections aa', bb' comprenant entre elles la résistance li-



quide x à mesurer : on peut mettre ces fils en relation avec les deux pôles d'un électromètre capillaire, et, puisque dans ces conditions ils ne livrent passage à aucun courant, ils ne se polarisent pas, et la différence de potentiel e qu'ils présentent est égale à celle qui existe entre les tranches liquides aa' et bb'. Soit i l'intensité du courant, on a donc

$$e = ix. \tag{1}$$

» En mesurant de même la différence de potentiel E aux deux extrémités de la résistance connue R, on a

$$\mathrm{E} = i\mathrm{R}, \tag{2}$$

et, par suite,

$$x = \frac{e}{\mathrm{E}}\mathrm{R}, \tag{3}$$

$$i = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{R}}. \tag{4}$$

» La méthode de M. Lippmann peut être étendue à la mesure des forces électromotrices de polarisation. Désignons en effet par p la polarisation de l'électrode A, par r la résistance du cylindre liquide Aa, la différence de potentiel y de l'électrode A et du fil m se compose : 1° de la polarisation p de A; 2° du produit ir qui mesurerait la différence de potentiel s'il n'y avait pas de polarisation. On a donc, en général [1],

$$y = ir + p \tag{5}$$

[1] Cette formule suppose qu'il n'y a pas en A de résistance au passage de l'électricité;

» Quand on aura mesuré i et r par la méthode de M. Lippmann, l'équation (4) fournira la valeur de p.

» 2. Dans un premier groupe d'expériences, j'ai déterminé les polarisations d'électrodes de platine dans l'eau acidulée, produites par des courants de très faible densité ([1]).

» Quelle que soit la force électromotrice de la pile, la polarisation de chacune des électrodes est d'abord inférieure à toute quantité mesurable : elle atteint sa limite en quelques minutes à l'électrode négative où elle est plus faible, en quelques heures à l'électrode positive où elle est considérable.

» En tout cas, *elle est le résultat du passage d'un courant qui traverse d'abord le voltamètre avec la pleine intensité déterminée par la force électromotrice et la résistance employées,* mais qui s'affaiblit progressivement à mesure que l'altération des surfaces de contact des électrodes et du liquide donne naissance à la polarisation. A chaque valeur attribuée à la force électromotrice et à la résistance correspond une valeur limite de la polarisation totale, toujours inférieure à la force électromotrice extérieure, et il s'établit un courant permanent d'intensité convenable pour maintenir cette polarisation limite. Dans une de mes expériences et pour une force électromotrice de 1^{volt}, le courant permanent est tel qu'il décomposerait $0^{\text{gr}},009$ d'eau en trois ans et demi environ ; la polarisation totale n'est toutefois que les 0,83 de la force électromotrice extérieure, et le courant représente encore les 0,17 de celui que donnerait la pile dans la résistance employée, si la polarisation n'existait pas.

» J'insiste à dessein sur ces faits, bien qu'ils fussent en partie connus avant mes recherches. Il m'importait de les rappeler et de les préciser pour bien établir la signification des mesures dont il me reste à rendre compte.

» 3. Plusieurs physiciens inclinaient à attribuer aux liquides deux sortes de conductibilité : l'une *électrolytique,* invoquée pour expliquer le passage des courants intenses qui mettent en liberté les produits de l'électrolyse ; l'autre *métallique,* à laquelle on attribuait le transport des faibles quantités d'électricité qui traversent un électrolyte quand la force électro-

---

quand une telle résistance existe, elle provient soit d'un dégagement gazeux à la surface de l'électrode A, soit de la production à cette même surface d'un dépôt solide mauvais conducteur dont il est facile de constater la présence. Aucune de ces deux circonstances ne se présente dans les expériences qui font l'objet de cette Note.

([1]) Dans ce cas, on peut rendre ir négligeable, en employant une résistance extérieure énorme, et l'on a simplement $y = p$.

motrice employée est insuffisante pour opérer sa décomposition. Ces deux sortes de conductibilité, superposées dans les cas où l'on s'est placé jusqu'ici pour mesurer la résistance des liquides, devaient se trouver séparées dans mes expériences. Il y avait donc un véritable intérêt à mesurer la conductibilité de l'eau acidulée en employant une force électromotrice très faible, par exemple celle d'un élément zinc-cadmium.

» La méthode électrométrique de M. Lippmann permet d'opérer cette mesure, sans la moindre difficulté. Deux auges contenant de l'eau acidulée renferment l'une l'électrode positive, l'autre l'électrode négative ; elles communiquent par un long siphon capillaire, également plein d'eau acidulée, et l'on mesure la différence de potentiel aux deux extrémités du siphon à l'aide de deux fils métalliques parasites; on en déduit la résistance du *fil liquide* contenue dans le siphon. Le Tableau suivant donne les résultats de quelques mesures :

Force électromotrice de la pile.	Résistance extérieure.	Résistance du siphon.	Intensité du courant.
volt	ohms	ohms	amp
0,365	200000	14710	0,000001282
1, 09	»	14900	4478
2, 18	»	14860	8388
3, 27	»	14850	0,00001233
4, 36	»	14960	1726
5, 45	»	15060	2201
5, 88	»	15160	2446
7, 64	»	15080	3265
9, 60	»	15060	4159
11, 76	»	15150	5015
»	140000	15020	6773
»	100000	15960	9097
»	50000	15010	0,0001587
»	20000	15000	2255

» Dans cette expérience, la force électromotrice a varié dans le rapport de 1 à 32 et l'intensité du courant de 1 à 176, et la résistance du fil liquide est demeurée invariable à moins de $\frac{1}{50}$ près pour les plus faibles intensités de courant, à moins de $\frac{1}{150}$ pour les plus fortes. C'est précisément la limite de l'exactitude que comporte dans ces conditions l'emploi de l'électromètre. Dans d'autres expériences, faites avec des fils liquides moins résistants, on a pu faire varier l'intensité de 1 à plus de 900, produire à volonté ou suspendre le dégagement de gaz aux électrodes; la résistance d'un même fil liquide est toujours demeurée invariable.

» *Un liquide n'a donc qu'une manière unique de conduire l'électricité, quels que soient les phénomènes particuliers dont les électrodes sont le siège* (¹). »

PHYSIQUE. — *Influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à une très petite distance.* Note de M. H. PELLAT, présentée par M. Jamin.

« Si l'on vient à placer deux surfaces métalliques parallèlement l'une à l'autre et à une petite distance (quelques millimètres ou quelques dixièmes de millimètre), on peut constater que chaque métal a généralement subi une légère altération dans les propriétés de sa couche superficielle, due au voisinage de l'autre métal et dépendant de la nature de ce dernier. Cette altération demande quelques minutes pour se produire, croît avec le temps d'abord, puis tend vers une limite. Quand le métal influençant est écarté, le métal influencé revient petit à petit et spontanément à son état primitif : l'altération produite n'est donc pas permanente.

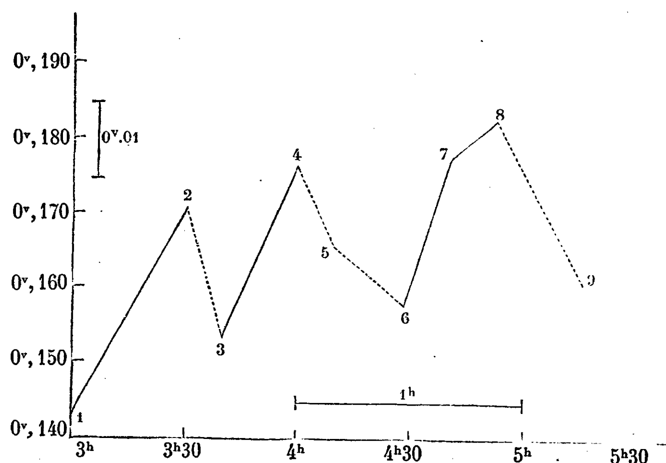
» C'est en mesurant la différence de potentiel qui existe entre les couches électriques qui recouvrent les surfaces de deux métaux au contact que je me suis aperçu de ce phénomène. Cette dernière grandeur ne dépend, comme on le sait, que des propriétés des couches les plus superficielles et est indépendante de la nature des parties profondes. Quand on emploie, pour en effectuer la mesure, une méthode précise, comme celle que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, à la séance du 26 avril 1880, les moindres altérations physiques ou chimiques de la surface des métaux entraînent un changement dans les nombres, qui présentent, au contraire, une constance remarquable en l'absence de toute altération. Cette méthode constitue ainsi un réactif d'une sensibilité extrême pour déceler les plus légères modifications dans la nature des couches superficielles d'un corps conducteur.

» Voici comment les expériences ont été faites. Le métal A qui doit être soumis à l'expérience est placé, sous forme d'un plateau, dans l'appareil qui sert à déterminer la différence de potentiel qui existe entre sa surface et celle d'un plateau de laiton doré relié métalliquement au précédent. Ce plateau doré reste dans le même état pendant toute la durée de l'expérience, et, par conséquent, ses propriétés superficielles ne changent pas. Vis-à-vis du métal A, on place parallèlement et à une distance qui a varié dans

(¹) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

les expériences de $0^{mm},1$ à 12^{mm} une plaque du métal influençant B; on laisse ces métaux en présence quelques minutes, puis, après avoir enlevé le métal influençant B, on mesure la différence de potentiel entre l'or et le métal A. Au bout de quelques minutes, on répète la même mesure, sans avoir mis de métaux dans le voisinage de A pendant l'intervalle; on trouve un second nombre généralement inférieur de quelques centièmes de volt au précédent. On répète ainsi les observations, en croisant les expériences, et la mesure qui suit l'influence du métal B donne, pour la plupart des métaux influençant, un nombre toujours un peu plus fort que celui qu'on trouve, quand, dans l'intervalle, le métal n'a subi aucune influence. Voici un diagramme représentant une de mes expériences sur l'influence du plomb sur le cuivre.

» On a porté en abscisse les temps, et en ordonnées les différences de potentiel entre l'or et le cuivre (diminuée de la constante $0^{v},140$); on a



rejoint par un trait plein deux observations consécutives dans l'intervalle desquelles le cuivre a été soumis à l'influence d'une plaque de plomb placée environ à $0^{mm},5$ de distance, et par des traits pointillés deux observations dans l'intervalle desquelles le cuivre n'a été soumis à aucune influence. On le voit, toutes les lignes pleines sont ascendantes, toutes les lignes pointillées descendantes.

» Parmi les métaux influençants étudiés, le plomb et le fer produisent les effets les plus considérables, le cuivre, l'or et le platine un effet encore très net; le zinc seul paraît ne pas modifier la surface placée vis-à-vis de lui, que cette surface soit en zinc, en cuivre ou en or.

» Ce que je tiens à faire remarquer, c'est que, si la méthode employée pour étudier ce phénomène repose sur les propriétés électriques des métaux, cette influence d'un métal sur un autre n'est nullement un phénomène électrique. Si c'était un phénomène de ce genre, dû par exemple à une polarisation de l'air qui sépare les plateaux, ou à une pénétration de l'électricité dans ce gaz ou à toute autre cause électrique, le résultat des mesures dépendrait essentiellement de la différence de potentiel maintenue entre les plateaux A et B pendant qu'ils s'influencent réciproquement. Or j'ai toujours constaté qu'on pouvait faire varier dans des limites considérables (de -6 à $+6$ daniells, par exemple) cette différence de potentiel et que le résultat de la mesure qui suivait n'en était nullement affecté [1]. C'est donc une action purement matérielle, puisqu'elle dépend essentiellement de la nature du métal influençant, étant grande avec le plomb, moindre avec le cuivre, nulle avec le zinc [2]. Tout se passe comme si les métaux émettaient à la température ordinaire une substance volatile qui, pouvant se déposer à la surface des objets, en modifie chimiquement la nature; si l'influence du métal cesse, ce corps volatil quitte ensuite petit à petit cette surface, ce qui produit lentement le retour à l'état primitif.

» Je dois ajouter que les plus grandes précautions avaient été prises, comme toujours, pour le nettoyage des métaux, et que le phénomène s'est montré indépendant de la substance employée pour effectuer ce nettoyage.

» Je crois qu'on doit rapprocher ce phénomène de celui des images de Möser et du fait que plusieurs métaux ont une très légère odeur [3]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la liquéfaction de l'ozone.* Note de MM. P. Hautefeuille et J. Chappuis.

« M. Cailletet ayant mis à notre disposition les appareils qu'il a installés à l'École Normale pour la liquéfaction de l'éthylène, ainsi que tout le dispositif qu'il emploie actuellement pour étudier les changements d'état

(1) Au moment de la mesure, on enlève le plateau influençant B, et rapidement, à l'aide d'un commutateur, on rétablit les communications convenables pour mesurer la différence de potentiel entre l'or et le plateau A.

(2) L'influence du cuivre sur le zinc s'est manifestée encore très nettement quand il existait une distance de plus de $0^m,01$ entre ces deux métaux.

(3) Ces recherches, commencées il y a trois ans environ, ont été faites dans le laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

des gaz dits permanents, nous avons pu compléter nos premiers essais sur la liquéfaction de l'ozone.

» L'étude des conditions dans lesquelles une brusque détente détermine la formation d'un brouillard dans un mélange d'oxygène et d'ozone nous avait permis d'établir que l'ozone pur serait un peu moins facile à liquéfier que l'acide carbonique; l'addition d'acide carbonique au mélange de ces gaz fournit par compression un liquide coloré en bleu pâle, coloration que nous avons attribuée à l'ozone liquéfié en même temps que l'acide carbonique. De tous ces faits nous avions conclu qu'il était possible d'obtenir l'ozone sous forme liquide et que ce liquide serait fortement coloré.

» Ces déductions viennent d'être pleinement confirmées par l'expérience, car nous avons obtenu l'ozone en gouttes liquides d'un bleu indigo foncé; ce liquide a pu être conservé près de trente minutes sous une pression de 75^{atm}; sa vaporisation n'est pas très rapide, même sous la pression atmosphérique.

» Cette liquéfaction a été obtenue en comprimant à 125^{atm} environ un mélange d'oxygène et d'ozone contenu dans l'éprouvette de l'appareil de M. Cailletet, éprouvette terminée par un tube capillaire recourbé à sa partie supérieure, ce qui a permis de plonger la branche descendante dans un jet d'éthylène liquide et d'en abaisser la température probablement au-dessous de — 100°. Lorsqu'on opère avec un gaz ne contenant pas plus de 10 pour 100 d'ozone en poids, le gaz comprimé à 125^{atm} n'est pas sensiblement coloré dans la branche ascendante, tandis que la coloration bleue est très nette dans toute la portion refroidie du tube capillaire.

» Cette coloration tient-elle à la présence d'un liquide mixte formé d'ozone et d'oxygène, ou à celle d'une couche mince d'ozone liquide sur les parois intérieures du tube capillaire? L'absence d'un ménisque bien net laisse cette question indécise; nous avons noté cependant, en faveur de la première hypothèse, que la coloration n'était pas plus intense dans le bas que dans le haut du tube refroidi, et qu'une détente brusque ne détermine pas la formation du brouillard, qui indique si bien le passage de l'état gazeux à l'état liquide dans les expériences de M. Cailletet.

» Le tube devient instantanément incolore, par suite de la détente, et il contient dans la partie effilée qui le termine une goutte liquide d'un bleu indigo foncé; l'ozone contenu dans le mélange gazeux est presque totalement condensé dans la partie déclive, car une nouvelle compression à 150^{atm} ne communique plus au tube refroidi une coloration appréciable.

» Une fois l'ozone liquéfié dans le tube capillaire, il conserve cet état

assez longtemps, même sous la pression atmosphérique, pour qu'on puisse l'examiner soit au travers de l'éthylène liquide, soit en retirant un instant de ce liquide le tube refroidi. Le liquide bleu foncé diminue peu à peu de volume : la vaporisation de l'ozone est assez lente, sa diffusion assez rapide, pour que le gaz paraisse incolore au-dessus du liquide presque noir; ce n'est qu'au moment où les dernières traces du liquide disparaissent qu'on constate qu'il se produit un gaz bleu d'azur. La vaporisation de l'ozone liquide ramènerait le système dans son état initial si l'ozone n'était pas décomposé lentement par le mercure employé à comprimer les gaz. »

CHIMIE. — *Action des sulfures métalliques insolubles sur une solution de sulfate acide de nickel en présence de l'hydrogène sulfuré.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« I. Si la formation progressive du sulfure de nickel dans une solution de sulfate de ce métal, renfermant de l'hydrogène sulfuré, est fonction du rapport des poids de l'acide et du *métal* en présence, ainsi que je l'ai énoncé, c'est que le sulfure précipité, c'est-à-dire le *corps insoluble,* intervient dans la réaction des composés encore en dissolution.

» De cette hypothèse, il résulte que, 1° si, du milieu formé par la solution de sulfate de nickel, contenant de l'hydrogène sulfuré et primitivement neutre, on enlève à un moment quelconque le sulfure existant, la réaction doit s'arrêter; 2° si, à une solution de sulfate de nickel acide, on ajoute un poids de sulfure de ce métal, tel que le poids de l'acide libre et celui du métal ajouté sous forme de sulfure soient dans le rapport des poids nécessaires pour faire du sulfate neutre *ou très peu acide,* le nickel en solution doit être précipité progressivement comme sulfure.

» II. Or si, d'une solution de sulfate de nickel neutre ($1^{gr},100$ pour 140^{cc} d'eau) et saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, on enlève au bout de quelques heures, par filtration, le sulfure déposé, cette dissolution ne donnera plus en effet aucun précipité de sulfure, si on l'abandonne à nouveau à la température ambiante, même en ayant soin, pour compenser les pertes, de la resaturer à 0° par le gaz sulfhydrique avant de fermer le vase.

» Ce premier résultat était facile à prévoir; car on peut considérer les eaux séparées du sulfure, comme constituant un état initial nouveau, que j'ai déjà fait connaître, « celui d'une solution de sulfate acide de nickel ».

» Il est également vrai que le sulfure de nickel, si on le remet dans une

solution de sulfate acide du même métal, identique à celle dont on l'a séparé par filtration, rétablit les conditions premières.

» En effet, le dosage du sulfate de nickel resté dans la solution filtrée a donné $0^{gr},730$. Le sulfure précipité correspond donc à $0^{gr},370$ de sulfate décomposé. Ce sulfure, lavé légèrement et essoré, est enfermé avec le filtre dans un petit étui en verre mince. On le glisse dans un matras, contenant une solution de $0^{gr},730$ de sulfate neutre de nickel dans 140^{cc} d'eau, renfermant un poids d'acide sulfurique libre égal à celui contenu dans $0^{gr},370$ de sulfate. On sature par le gaz sulfhydrique à 0°; on scelle le vase et on abandonne à la température ambiante (+10° à +18°). On attend quarante-huit heures; aucun précipité ne s'étant formé, on brise alors l'étui par agitation. Le sulfure est mis ainsi en liberté dans la solution. Au bout de trois jours, elle ne renfermait plus que $0^{gr},166$ de sulfate au lieu de $0^{gr},730$.

» Dans un deuxième essai, avec $0^{gr},731$ de sulfate neutre et un poids d'acide sulfurique libre égal à celui contenu dans le sel, l'emploi du sulfure provenant de $0^{gr},727$ de sulfate a donné un résultat semblable. Les eaux ne renfermaient plus, après trois jours d'action, que $0^{gr},0655$ de sulfate.

» III. Toutefois, l'état du sulfure employé a son importance. Le sulfure cristallisé et compact, comme on peut l'obtenir dans certaines circonstances, sur lesquelles je reviendrai, n'agit pas ou du moins n'avait pas agi après quinze jours d'expériences, en conservant les mêmes rapports dans les poids employés. Ce n'est cependant pas par action de présence, comme le ferait un corps poreux, que le sulfure de nickel agit. Il agit chimiquement.

» En effet, si, au sulfure de nickel, on substitue du sulfure de zinc, dans le même état de division [1] et qu'on opère dans les mêmes conditions, la totalité du sulfate de nickel reste en solution, même après un mois d'action.

» Le sulfure de cuivre, au contraire, agit comme le sulfure de nickel. Si à une solution de $0^{g},731$ de sulfate de nickel dans 140^{cc} d'eau on ajoute un poids quelconque de sulfate de cuivre neutre, $1^{gr},500$ par exemple, et si l'on sature par le gaz sulfhydrique avant de sceller le vase, malgré la quantité d'acide relativement considérable mise en liberté lors de la for-

---

(1) Soit qu'on introduise le sulfure de zinc, comme on a fait avec celui de nickel, soit qu'on le produise directement dans la liqueur par l'action du gaz sulfhydrique, en additionnant la solution de nickel de sulfate de zinc, ce qui donne en même temps la quantité équivalente d'acide libre.

mation du sulfure de cuivre, on ne trouve plus dans la liqueur, huit jours après, que $0^{gr},440$ de sulfate de nickel. Donc $0^{gr},291$ de ce sulfate ont été décomposés, soit en moyenne $0^{gr},0364$ par vingt-quatre heures, à la température de $+10°$ à $+16°$.

» L'action chimique du sulfure de nickel déjà formé, lors de la décomposition progressive du sulfate et en présence du gaz sulfhydrique, est donc évidente.

» Mais, avant de démontrer directement qu'elle est due à la formation du sulfhydrate de sulfure de nickel, agissant au sein de la liqueur, par sa décomposition et sa reformation successives, l'Académie voudra bien me permettre quelques observations relatives à des déductions analytiques.

» IV. En effet, les faits précédents nous apprennent déjà que, dans une solution de sulfates neutres ne renfermant que du zinc et du nickel, l'hydrogène sulfuré ne peut précipiter de sulfure de nickel avec le zinc, à moins que le poids du zinc ne soit de beaucoup inférieur à celui du nickel, le tiers, d'après mes précédentes expériences. Mais, en tout cas, on pourra toujours y obvier en ajoutant un peu d'acide libre à la solution.

» Avec le cuivre, au contraire, quel que soit le rapport des poids des deux métaux, nickel et cuivre, si l'on opère avec des sulfates neutres, du nickel peut se précipiter; et l'on ne peut sûrement empêcher cette précipitation que par une addition d'acide libre en quantité suffisante. De plus, la filtration étant une fois commencée, elle devra se faire rapidement et sans interruption, de même que les premiers lavages; car, malgré l'addition préalable d'acide libre en excès, les conditions du milieu changeant constamment par suite de la filtration, aussi bien sur le filtre que dans le vase à précipité, il arrive forcément un instant où le sulfure de cuivre et la petite quantité de liquide qui le baigne encore sont chacun en quantité telle dans ce milieu, que le rapport de la totalité des poids des deux métaux, cuivre et nickel, au poids total de l'acide, libre ou combiné, se rapproche des proportions de métal et d'acide qui seraient celles d'un sulfate neutre, conditions dans lesquelles le sulfure de cuivre peut agir alors sur le sulfure de nickel. Si donc ces conditions se prolongeaient trop longtemps, à la faveur de l'hydrogène sulfuré, l'analyse deviendrait forcément inexacte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'oxydation du pyrogallol en présence de la gomme arabique*. Note de MM. **Ph. de Clermont** et **P. Chautard**

« Il y a quelques années, un physiologiste, M. H. Struve, ayant mis en présence des solutions aqueuses de gomme arabique et d'acide pyrogallique, observa la formation au sein du mélange d'un composé brun rouge, réduisant le réactif cupropotassique et présentant les réactions de la purpurogalline (¹).

» Au reste, il n'isola pas ce corps, et n'en put donner la composition. Ayant besoin pour nos recherches de grandes quantités de purpurogalline, et les oxydants ordinaires ne nous donnant pas de résultats absolument satisfaisants, nous avons étudié cette réaction, pour constater d'abord la production de la purpurogalline, et dans l'espoir de préparer ce corps plus facilement.

» Nous avons fait réagir la gomme arabique en solutions aqueuses de différents degrés de concentration sur l'acide pyrogallique également en solution dans l'eau; dans tous les cas nous avons obtenu de la purpurogalline, et toujours en rendements considérables.

» La meilleure manière d'opérer consiste à dissoudre 10^{gr} d'acide pyrogallique dans une petite quantité d'eau, et à ajouter à la liqueur 500^{cc} d'une solution de gomme au $\frac{1}{10}$.

» On introduit le tout dans un matras d'une capacité de 2^{lit}, de manière que la surface de contact du liquide avec l'air soit très grande.

» Au bout de peu d'instants, le mélange se colore en jaune clair, puis peu après en brun; enfin, au bout de quelques heures, la purpurogalline commence à se précipiter; le dépôt augmente tous les jours et après deux mois l'opération est terminée.

» On ajoute alors à la masse une grande quantité d'eau, afin d'enlever la gomme; on laisse déposer le précipité, on décante, et on recommence plusieurs fois; enfin on filtre.

» La purpurogalline ainsi obtenue se présente sous la forme d'aiguilles d'un beau jaune d'or, le plus souvent réunies en faisceaux; pour la séparer des dernières traces de gomme qui la souillent, on la reprend deux ou trois fois par l'alcool.

» Le rendement est très avantageux; au bout de quinze jours il atteint

---

(¹) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXIII, p. 160.

17 pour 100 du poids de l'acide pyrogallique, après trois semaines 28 pour 100; après un mois, 40 pour 100; après deux mois, 67 pour 100.

» Des analyses effectuées tour à tour sur des échantillons de matière sublimée et cristallisée ont donné des résultats identiques, qui conduisent à la formule $C^{20}H^{16}O^{9}$, qui, ainsi que nous l'avons établi dernièrement, est celle de la purpurogalline.

» Il nous est impossible d'expliquer complètement cette réaction.

» D'une part, la présence de l'air est indispensable à la réussite de l'opération; un mélange de solution de gomme arabique et de pyrogallol dans les proportions données plus haut a été abandonné dans le vide pendant un mois et n'a pas donné trace de produit. De plus, l'oxygène de l'air est absorbé, comme il est facile de s'en convaincre en opérant sur la cuve à mercure. Il y a donc transport de l'oxygène de l'air sur l'acide pyrogallique.

» D'autre part, la gomme arabique ne joue pas simplement le rôle d'un ferment, car, s'il en était ainsi, une petite quantité de gomme suffirait pour transformer en purpurogalline une masse indéfinie de pyrogallol, et l'expérience a montré qu'il n'en est rien.

» Les quantités maxima de purpurogalline qu'un même poids d'acide pyrogallique est susceptible de fournir en présence de solutions gommeuses variées sont proportionnelles à la concentration de ces liqueurs.

» La gomme arabique est donc modifiée, mais nous n'avons pas encore établi ses produits de décomposition. Enfin nous n'avons pas observé trace de moisissures.

» Nous nous sommes demandé quels peuvent être les principes de la gomme arabique qui donnent lieu à l'oxydation, mais nous avons dû nous arrêter devant la connaissance incomplète que l'on a de la composition de cette matière.

» Nous avons fait des expériences, afin d'examiner si l'acide gummique de M. Fremy, employé au lieu de la gomme, pouvait remplacer cette substance, et nous avons reconnu que, seul, il est absolument inactif.

» Dans les expériences que nous venons de décrire, nous n'avons employé que la gomme arabique; mais nous donnerons bientôt les résultats que nous obtenons avec les autres gommes connues.

» Un des côtés curieux de cette réaction, c'est qu'on obtient, à l'aide d'un corps en apparence inerte, des rendements supérieurs à ceux que donnent, en Chimie organique, les agents d'oxydation généralement employés.

» L'oxydation du pyrogallol par sa mise en présence avec la gomme

arabique n'est pas un fait isolé, et nous nous proposons d'étendre ce procédé à un grand nombre de composés organiques.

» Nous publierons prochainement les expériences que nous faisons actuellement sur plusieurs phénols. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude chimique de divers produits de l'Uruguay.* Note de M. SACC, présentée par M. Berthelot.

I. — *Caoutchouc.*

« Cette importante résine est produite par la sève de plusieurs plantes, dont une seule est bien connue en Europe ; c'est le *Ficus elastica*, dont le nom vulgaire est *arbre à gomme*. Ses belles et grandes feuilles ovales, connexées et du plus beau vert foncé, sont formées de :

Caoutchouc	0,30
Sucre	1,10
Tannin rouge	1,00
Fibrine	1,80
Cire vert bleu	0,43
Amidon	5,37
Ligneux	17,00
Cendre	0,27
Eau	72,73
	100,00

» Dans l'Uruguay, on rencontre souvent, le long des principaux cours d'eau, un beau figuier, semblable en tout à celui dont nous venons de parler, à ceci près que ses feuilles sont de moitié plus petites. C'est un grand arbre de 20^m de hauteur, dont le tronc s'élève à 10^m, et se couronne alors de branches aussi longues que touffues. Comme il donne en abondance un beau caoutchouc, j'engage beaucoup à en essayer la culture en Algérie. Il n'est pas difficile pour le terrain ; mais il lui faut beaucoup d'eau et une position abritée contre les grands vents, qui en brisent aisément les branches. Ses fruits, gros comme des noisettes, sont insipides et secs.

» Dans les forêts du Paraguay, j'ai rencontré plusieurs espèces de figuiers à caoutchouc, dont l'une a des feuilles arrondies et de plus de $0^m,60$ de diamètre ; c'est un arbre splendide, mais qui ne prospérera pas, sans doute, bien loin de l'équateur. Une seule porte en abondance de bons fruits ; elle a les feuilles incisées et rudes comme celles du figuier commun ; on la rencontre souvent sur les rochers de la rive gauche du fleuve Para-

guay. Il est fort à désirer que ce bel arbre soit apporté en Europe, où il est probable que l'on pourra le cultiver partout où réussit l'oranger.

II. — *Camphrier* (Laurus camphora).

» Ce bel arbre, originaire de la Chine, est célèbre par l'huile essentielle de son bois, bien connue sous le nom de *camphre;* ses feuilles, assez grandes, coriaces, à nervures saillantes et du plus beau vert, sont formées de :

Gomme	0,10
Sucre	5,50
Graisse et camphre	2,20
Fibrine	9,80
Amidon	14,34
Ligneux	21,60
Cendre	3,00
Eau	43,46
	100,00

» Les feuilles fraîches pèsent en moyenne $0^{gr},70$; elles dégagent, lorsqu'on les froisse, une agréable odeur de bornéine, soit camphre liquide de Bornéo.

» Comme ce laurier supporte des froids assez vifs, je pense qu'on fera bien d'en essayer la culture dans le midi de la France, où il deviendra un des plus beaux ornements des jardins. Quand il y en aura beaucoup, on pourra extraire le camphre de ses grosses branches. Les feuilles, distillées avec de l'eau, donneront en abondance de la bornéine, qui jouit de la plupart des propriétés du camphre solide. Le bois du camphrier, qui est blanc et tendre, n'étant pas attaqué par les insectes, on l'emploie en Chine pour faire des caisses, dans lesquelles on expédie les tissus en Europe.

III. — *Analyse d'une vesce à fleurs bleues de* Nueva Palmyra, *dans l'Uruguay.*

» C'est un bon fourrage qui ressemble à l'indigotée, ce qui lui a valu le nom local d'*indigo femelle*. Cette plante grimpante est formée de :

Graisse	0,40
Gomme	0,80
Fibrine	9,00
Ligneux	23,60
Cendre	6,20
Sucre	17,00
Amidon	8,40
Eau	34,60
	100,00

» En regard de ce fourrage d'une richesse extraordinaire, voici l'analyse d'une plante bien pauvre et aussi répandue dans les jardins de Montevideo que dans ceux de toute l'Europe ; c'est le mouron blanc.

IV. — *Mouron blanc* (Alsine media).

» La plante entière, avec feuilles, tiges, fleurs et graines, est formée de :

Gomme dextrine	1,91
Albumine	0,21
Amidon	0,79
Fibrine	2,57
Ligneux	2,05
Cendre	2,00
Eau	90,47
	100,00

» La cendre est essentiellement formée d'acide silicique, avec un peu de carbonate de soude et de phosphate de fer. »

ZOOLOGIE. — *Observations relatives à un groupe de Suidés fossiles dont la dentition possède quelques caractères simiens.* Note de **M. H. Filhol**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Les Suidés actuels présentent des caractères particuliers si tranchés et si nets dans la forme de leur système dentaire qu'aucun naturaliste, en se basant sur la composition et la structure de cette partie de leur organisme, ne serait conduit à les confondre avec des mammifères appartenant à une autre famille. Autant cette détermination des Suidés est aisée à faire lorsque l'on se borne à observer ceux qui vivent aujourd'hui, autant elle devient difficile et délicate lorsque l'on veut étudier ceux de ces Pachydermes qui ont existé pendant les époques géologiques antérieures à la nôtre.

» P. Gervais, durant le cours de ses recherches paléontologiques, avait trouvé à la Débruge, près d'Apt, au sein de dépôts datant de la période éocène supérieure, une portion de maxillaire supérieur supportant quatre molaires « ayant à la fois, disait-il, de l'analogie avec celle de certains Pachydermes omnivores alliés aux Suidés, surtout celle des *Acotherulum*, » dont la dentition n'est pas encore suffisamment connue, et avec celle de » certains singes, et en particulier du Macaque à queue de cochon (*Macacus* » *nemestrinus*). » Gervais appelait du nom de *Cebochœrus* (singe-cochon) les Mammifères dont il exposait ainsi les caractères.

» Depuis plusieurs années, en poursuivant mes recherches dans les dépôts de phosphorite du Quercy, auxquels sont associés des restes si nombreux d'une riche faune de Mammifères, j'ai recueilli plusieurs débris de *Cebochœrus* et j'ai pu décrire d'une manière presque complète leur système dentaire, si imparfaitement connu ; mais jamais, jusqu'à présent, je n'ai pu obtenir une tête ou une portion de tête pouvant indiquer comment était constitué la face ou le crâne de ces singuliers animaux.

» A côté des *Cebochœrus* je rencontrais depuis longtemps quelques bien rares fragments d'un autre Pachyderme offrant, par sa dentition, des analogies encore plus grandes avec les Singes. Les racines des molaires, au lieu d'être au nombre de quatre, comme chez les *Cebochœrus*, étaient au nombre de trois ; les deux internes étaient soudées l'une à l'autre dans toute leur étendue. Les Singes n'ont que trois racines à leurs molaires. D'autre part, les tubercules garnissant la couronne des molaires étaient moins arrondis, plus comprimés d'avant en arrière, par suite plus simiens. J'ai poursuivi patiemment la recherche de ce genre si intéressant, que j'appelais du nom de *Doliocherus*, et tout dernièrement j'ai pu enfin obtenir une tête presque complète, avec toute la portion postérieure du maxillaire inférieur en place.

» Les dents, tant au maxillaire supérieur qu'au maxillaire inférieur, étaient en série continue. La face était plus raccourcie que sur les Suidés du miocène inférieur décrits sous le nom de *Palæocherus*. Le crâne était remarquable par son grand raccourcissement, par sa forme arrondie latéralement et son élévation. Il y a, dans toute cette partie de la tête, quelque chose de simien, et l'on comprend qu'il doive en être ainsi lorsque l'on considère que c'est sur cette partie du squelette que s'inséraient les muscles devant faire mouvoir un maxillaire inférieur supportant des dents ayant de grandes analogies de forme avec celle des singes. Aussi la cavité glénoïde du temporal est-elle très peu développée dans le sens transversal et reçoit-elle un condyle dont la forme est presque absolument semblable à celui de la mâchoire inférieure d'un singe. Pourtant, malgré tous ces caractères, les *Doliocherus* étaient essentiellement des Pachydermes ; leur cavité orbitaire, largement ouverte en arrière, ne présentait pas de plancher, leurs bulles tympaniques étaient énormes, les trous de la base du crâne étaient situés comme sur les *Palæocherus*. J'appellerai, en dernier lieu, l'attention sur ce fait, que la partie du bord orbitaire immédiatement située au-dessous de l'ouverture supérieure du canal lacrymal était extrêmement

épaissie. Il semblerait qu'il y ait eu en ce point une tendance à la formation d'un plancher orbitaire.

» Il résulte de ces observations qu'il a existé anciennement, durant l'époque éocène supérieure, un groupe de Mammifères alliés aux Suidés, les *Pachysimiens,* offrant, par la forme des dents molaires, l'élévation, le raccourcissement du crâne, la forme de l'articulation temporo-maxillaire, des analogies de forme avec les Singes. Si la théorie de l'évolution est vraie, les modifications successives que ce type animal aura pu subir seront du plus haut intérêt à constater. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'anatomie de quelques Echinides.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Je résume dans cette Note quelques observations, faites récemment, à Marseille, au laboratoire de M. le professeur Marion, sur la structure des vésicules de Poli chez les Oursins réguliers et sur l'anatomie des genres *Dorocidaris*, *Schizaster* et *Brissopsis*.

» *Vésicules de Poli.* — A l'œil nu, les vésicules présentent une légère coloration brune, due à l'existence de petites traînées brunes, allant de la ligne médiane à la périphérie de l'organe, et devenant plus larges à mesure qu'elles s'approchent de la périphérie; la même apparence se retrouve, beaucoup plus marquée, sur des organes injectés. En les étudiant sur des coupes et sur des dissociations, voici la structure que j'ai pu y reconnaître. Les deux lames de tissu conjonctif, qui forment les parois de l'organe, sont réunies par de petites travées conjonctives, de façon à limiter une série d'espaces remplis d'éléments particuliers et correspondant à ces petites traînées dont il est question plus haut. Ces éléments consistent en cellules dont le noyau est très apparent, et dont le protoplasma, très clair, à contours irréguliers et peu accentués, émet de fins prolongements, allant d'une cellule à l'autre. On trouve, en outre, de nombreuses granulations groupées par amas assez gros, et, enfin, des cristaux cubiques dont il m'a été impossible de déterminer la nature. Dans les points qui ne correspondent pas aux traînées brunâtres, les parois des vésicules présentent un épithélium à cellules volumineuses et ressemblant aux cellules rameuses dont je viens de parler.

» Les vésicules de Poli présentent donc la structure d'un organe d'excrétion. Elles se rapprochent beaucoup de l'organe d'excrétion du Spa-

tangue, aussi bien au point de vue de la disposition générale de l'organe que de la présence des éléments cellulaires à protoplasma ramifié.

» *Dorocidaris papillata*. — Les pédicellaires sont de trois espèces. Les uns sont des pédicellaires tridactyles, à branches longues et pourvues de dents très fines; les autres, des pédicellaires gemmiformes assez gros, à valves finement dentées sur les bords, sauf à leur extrémité, où les dents deviennent plus fortes : ces deux espèces de pédicellaires ne se trouvent que dans les espaces interambulacraires. On trouve enfin des petits pédicellaires gemmiformes, à valves finement dentées sur toute la longueur de leurs bords et répartis uniformément sur tout le têt; on les rencontre, en particulier, sur la membrane buccale, au milieu des écailles qui la recouvrent, où leur existence n'avait jamais été constatée.

» La membrane qui recouvre la lanterne d'Aristote, dont les pièces présentent quelques particularités qui doivent être étudiées en détail, est pourvue de cinq appendices fort curieux, sortes de petits diverticules, en forme de corne, d'une longueur de $0^{m},01$, étendus dans la direction des zones ambulacraires avec une face supérieure lisse et une face inférieure irrégulièrement déchiquetée. Il faut ajouter aussi que chez le Dorocidaris tous les tissus sont remplis de spicules et de plaques calcaires extrêmement abondantes, et qui leur donnent une consistance très ferme.

» *Schizaster canaliferus*. — Quatre sortes de pédicellaires : de gros pédicellaires tétradactyles, à branches armées de petits tubercules; des pédicellaires tridactyles à valves rétrécies au milieu et élargies aux extrémités; des pédicellaires à trois branches, plus courts et plus gros que les précédents, localisés avec la zone périanale, à valves recouvertes d'une enveloppe membraneuse et terminées par cinq ou six dents pointues; enfin des petits pédicellaires se rapprochant de la forme ophicéphale.

» L'anatomie du Schizaster, que la rareté des animaux ne m'a pas encore permis d'étudier complètement, présente plusieurs particularités. Il n'y a qu'une seule paire de glandes génitales, la paire antérieure ayant disparu. Le rectum possède un diverticulum relativement plus petit que chez l'*Echinocardium flavescens*. Le canal du sable, après avoir longé l'œsophage, abandonne la deuxième courbure, croise la troisième et arrive au diverticulum tout près de son extrémité; il ne suit donc pas cet organe sur toute sa longueur, comme chez les autres types. Le trajet du siphon est plus court que chez le Spatangue : il s'ouvre dans la deuxième courbure en un point situé dans l'interradius postérieur. Le vaisseau marginal interne, dont le calibre commence à diminuer à partir du deuxième orifice du siphon, n'abandonne

aucune branche au tube digestif à partir de ce point jusqu'à l'orifice du diverticulum, au niveau duquel il semble donner un vaisseau qui descend le long de la deuxième courbure jusqu'au deuxième orifice du siphon, en émettant des rameaux sur la face dorsale.

» *Brissopsis lyrifera.* — Trois sortes de pédicellaires : des pédicellaires à hampe courte, tridactyles, à valves concaves pourvues de dents assez fortes; des petits pédicellaires à hampe longue, à valves présentant des dents très fines; enfin des petits pédicellaires gemmiformes. Le siphon présente un trajet analogue à celui du Schizaster; seulement, au lieu de posséder à son origine et au point où il passe sous l'œsophage des parois très épaissies, il présente au contraire une dilatation sacciforme à parois très minces. Une particularité remarquable est l'existence d'un canal de petit diamètre, qu'on peut considérer comme un deuxième siphon; il part du milieu de la région appelée *estomac* par Hoffmann chez le Spatangue, longe la deuxième courbure en lui restant constamment parallèle, pour se terminer quelques millimètres en avant du deuxième orifice du véritable siphon. Le canal du sable présente un trajet analogue à celui du Spatangue. Le rectum est dépourvu de diverticulum; des quatre glandes génitales, la glande antérieure gauche est toujours bilobée. Le vaisseau marginal interne ne donne aucune branche depuis l'orifice du diverticulum, où il abandonne quelques rameaux au tube digestif, jusqu'au deuxième orifice du siphon; de là il se prolonge jusqu'à l'extrémité de la deuxième courbure, en donnant de nombreuses branches à la face ventrale de la région du tube digestif correspondante.

» Je dois enfin signaler, chez l'*Echinocardium flavescens*, l'existence de petits pédicellaires gemmiformes, inégalement répartis sur la face dorsale du têt, à valves charnues d'une couleur pourpre foncée, et à squelette calcaire très peu développé.

» Mes observations ont porté aujourd'hui sur un assez grand nombre de types de nos côtes, pour qu'il me soit permis de déclarer que, tandis que, chez les Échinides réguliers, l'organisme ne subit que de légères modifications de détail, au contraire chez les irréguliers, les appareils internes ont suivi dans leur différentiation la migration de l'anus, qui commence avec les types jurassiques, et qui semble avoir troublé profondément le plan de structure primitif. »

PALÉONTOLOGIE. — *La grotte Lympia*. Note de M. É. Rivière, présentée par M. A. Gaudry.

« Le 15 février 1875, dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'émettais, pour la première fois, l'idée que les dépôts bréchiformes de la grotte du Mont-du-Château de Nice étaient contemporains de l'homme quaternaire.

» J'étais ainsi en opposition avec Cuvier, qui les considérait comme antérieurs, malgré la présence dans cette brèche d'une mâchoire humaine « incrustée, disait-il, du même vernis stalactitique que les autres ossements » d'animaux trouvés dans le même milieu. »

» Cette opinion, qui m'avait été suggérée par mes recherches personnelles, par la découverte de quelques instruments trouvés par Ph. Gény dans le même gisement, enfin par l'examen même des ossements empâtés encore dans une brèche mêlée de cendres et de charbon, cette opinion me paraît aujourd'hui confirmée par la mise à découvert d'une nouvelle grotte et les résultats que mes propres fouilles en cet endroit m'ont donnés. Il s'agit d'une grotte à laquelle j'ai donné le nom de *Lympia*, en raison du quartier de la ville de Nice où elle est située, et qui a été découverte en 1878, l'année d'avant mes dernières recherches, dans des travaux de terrassement.

» Cette excavation avait encore été fort peu touchée, lorsque je fus à même d'en faire une exploration sérieuse pendant le cours de la dernière mission scientifique dont j'ai été chargé par le Ministère de l'Instruction publique. Néanmoins, les premiers coups de pioche avaient permis de recueillir quelques ossements, et notamment une tête de fémur d'éléphant, ainsi que quelques fragments de bois de cerf, que le propriétaire du terrain voulut bien mettre de côté, à mon intention, pour les joindre aux pièces que je découvrirais moi-même dans des fouilles ultérieures et en faire une étude d'ensemble.

» La grotte Lympia était remplie d'une terre argileuse rouge-brique, compacte, très dure en certains points et soudée si solidement aux os, aux coquilles et aux instruments qu'elle renferme, qu'elle formait une véritable brèche dont il était très difficile de les dégager sans les briser. Mais ce qui caractérise bien la nature de cette brèche et démontre sans contestation possible sa contemporanéité de l'homme, ce sont : d'une part, les ossements brisés et fendus pour en extraire la moelle, ossements dont quelques-

uns, d'un noir plus ou moins prononcé, ont conservé la trace du feu auquel ils ont été exposés; d'autre part, trois pièces réellement typiques, trois haches en calcaire compacte gris, veiné de blanc, affectant la forme dite *de Saint-Acheul,* ainsi qu'un nucléus de même matière et de nombreux éclats de rebuts.

» Ces haches, grossièrement retaillées sur leurs deux faces et sur leurs bords plus ou moins tranchants, le nucléus et les éclats de pierres ont été trouvés dans le même milieu que les os et les coquilles, appartiennent à la même époque géologique, et, comme eux, ils sont recouverts des mêmes incrustations argileuses, bréchiformes, rouges et dures.

» Quant à la faune de cette grotte, elle est caractérisée par les animaux suivants, déterminés avec le bienveillant concours de M. le professeur A. Gaudry et de M. P. Fischer.

A. — Mammifères.

» 1° Rongeurs. — *Lagomys :* ossements divers, entre autres un métatarse complet. Cette espèce avait été indiquée déjà par Risso dans la brèche du château de Nice.

» *Arvicola terrestris :* une petite mâchoire inférieure et quelques os.

» Proboscidiens. — *Elephas* .... : un éléphant de taille moyenne, d'après le seul reste que je possède, une tête de fémur.

» 3° Ruminants. — Ce sont, comme toujours dans les grottes des Alpes maritimes, les Ruminants dont les restes prédominent, qu'ils appartiennent au genre *Cervus* ou *Capra.* — Les Cervides sont de trois tailles différentes, l'une se rapprochant du *Cervus canadensis,* l'autre appartenant bien manifestement au *Cervus elaphus,* et la troisième analogue au *Cervus corsicanus.*

» *Capra primigenia :* trois mâchoires inférieures incomplètes, une portion de crâne, le noyau osseux d'une corne et quelques os.

» *Bos primigenius?* la branche montante d'un maxillaire inférieur appartenant à un individu de très grande taille.

» *Bos* .... : plus petit que le précédent; une partie de la mâchoire inférieure avec ses dents de lait; quelques fragments de côtes.

B. — Oiseaux.

» Les ossements d'Oiseaux de la grotte Lympia ne sont pas très nombreux; ils appartiennent cependant à plusieurs espèces. Je citerai, pour les Rapaces, un humérus presque entier, qui provient d'un animal de la taille de l'aigle; puis, pour les *Passereaux* et les *Gallinacés,* des humérus, des fémurs, etc.

C. — Mollusques.

» Quant aux Mollusques, ils sont peu nombreux; ils appartiennent tous, un seul excepté, le *Cerithium vulgatum,* var. *minor,* qui est une coquille méditerranéenne, à dés espèces terrestres. Ce sont : l'*Helix vermiculata,* l'*Helix aspersa,* l'*Helix niciensis,* le *Bulimus decollatus* et le *Cyclostoma sulcatum.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Reptiles trouvés dans le gault de l'est de la France.* Note de M. N.-E. SAUVAGE, présentée par M. Albert Gaudry.

« Tandis que, depuis les travaux de MM. Owen et Seecley, la faune herpétologique de l'étage des grès verts supérieurs est bien connue, il n'en est pas de même pour l'étage du gault. Quelques rares débris de Reptiles avaient seuls été signalés dans le terrain albien, lorsque les recherches de MM. Louis Pierson et Charles Barrois, dans la zone à *Ammonites mamillaris* de la Meuse et des Ardennes, permirent de réunir tout un ensemble de Vertébrés dont ils voulurent bien me confier l'étude.

» Les Reptiles jusqu'à présent découverts sont au nombre de onze, parmi lesquels nous ne ferons qu'indiquer les *Polyptychodon interruptus, Plesiosaurus pachyomus, P. planus, P. latispinus, Ichthyosaurus campylodon, Pterodactylus Sedgwicki;* ces espèces sont depuis longtemps connues.

» C'est dans les terrains crétacés qu'apparaissent les vrais Crocodiliens succédant aux Téléosauriens; on les trouve, pour la première fois, dans l'étage albien de la Meuse. Les fragments recueillis, tout en permettant d'affirmer à cette époque la présence de Crocodiliens proprement dits, sont toutefois trop incomplets pour que l'on puisse caractériser l'espèce qui, en tout cas, était de plus grande taille que les *Crocodilus icenicus* et *cantabrigensis* des couches de Cambridge.

» Dans l'*Upper green sand*, le curieux type Scélidosaurien semble arriver à son maximum de développement; représenté à l'époque du lias par le genre *Scelidosaurus*, il se continue dans le grès vert supérieur par les genres *Acanthopholis, Sygmosaurus, Anoplosaurus* et paraît s'éteindre au niveau de la craie de Gosau sous la forme des *Hoplosaurus* qui rappellent les *Hylæosaurus* et les *Cratæomus*, proches parents des *Scelidosaurus*. A l'époque du gault ce type est connu par l'*Acanthopholis* des couches de Folkeston et par des débris qui indiquent, dans la Meuse, un Reptile allié aux Hylæosaures.

» Le Dinosaurien qui règne à cette époque dans l'est de la France est un Mégalosaure de grande taille qui se sépare nettement par plusieurs traits de son squelette du *Megalosaurus Bucklandi* de la grande oolithe d'Angleterre. Chez un individu jeune encore (M. Pierson a exhumé des débris appartenant à des animaux d'âges différents), le fémur a 0,500 de longueur; l'extrémité distale d'un fémur provenant d'un individu adulte n'a pas moins de 0,470 de circonférence au niveau des condyles, le condyle externe ayant 0,145

dans le sens antéro-postérieur, ce qui indique un Reptile de taille vraiment gigantesque. De même que chez le *Megalosaurus insignis*, Del., de la partie supérieure des terrains jurassiques, chez le *Megalosaurus superbus*, les dents sont crénelées sur leurs deux bords et jusque près de la base. A la mandibule, le complémentaire forme seul une apophyse, bien distincte du condyle.

» La patte antérieure est beaucoup plus courte et plus grêle que la patte postérieure et ressemble, par certains traits, à la main du *Scelidosaurus Harrisonii*, bien qu'elle en diffère par la forme tout autre des phalanges. Le deuxième doigt est composé de trois phalanges, le troisième doigt de quatre phalanges; les ongles sont étroits et effilés, en forme de griffes acérées.

» Les métatarsiens, chez le *Megalosaurus superbus*, sont plus grêles que chez le *Megalosaurus Bucklandi*; la forme de leur extrémité distale est singulièrement favorable à de larges mouvements du doigt dans le sens vertical, ce qui indique des griffes puissantes.

» On sait que, chez les Crocodiles, le cuboïde s'articule avec les troisième et quatrième doigts. Chez les Varans cet os se place comme un coin entre les troisième et quatrième métatarsiens, tandis que chez un Dinosaurien, le *Scelidosaurus Harrisonii* du lias, l'astragale, qui est très grand, est en rapport avec le deuxième et le troisième doigt; de même que chez ce Reptile, chez les Mégalosaures le cuboïde ne devait s'articuler qu'avec un seul doigt, probablement le quatrième, l'astragale étant en rapport avec presque toute la surface proximale des métatarsiens.

» Les vertèbres, la clavicule, la partie inférieure du radius, l'extrémité proximale du tibia diffèrent peu, chez le *Megalosaurus superbus*, de ce que l'on voit chez le *Megalosaurus Bucklandi*.

» Parmi les reptiles trouvés dans le gault de l'est de la France, signalons encore la présence d'un Pythonomorphien, le genre *Dacosaurus*, et d'un Élasmosaurien, le genre *Polycotylus*. Ce dernier Reptile n'était connu que des terrains crétacés d'Amérique, lorsque nous signalâmes sa présence dans l'étage kimméridgien de Boulogne-sur-Mer; depuis, on a trouvé dans la zone à *Ammonites milletianus* des Ardennes un fragment d'humérus qui indique à ce niveau un Reptile voisin de l'espèce décrite par M. Cope. »

M. **Daubrée**, en présentant à l'Académie une Carte hypsométrique des rivières et fleuves de la Russie d'Europe, dressée par le Colonel *A. de Tillo*, s'exprime en ces termes :

« Cette Carte, qui est à l'échelle de $\frac{1}{7360000}$, a pour but de présenter

d'une manière synoptique les variations de niveau des cours d'eau, rivières et fleuves de la Russie d'Europe.

» Des courbes de niveau, distantes de 30^m les unes des autres, partagent tout le relief en *tranches altimétriques fluviales,* qui dépassent l'altitude de 180^m, et qui, au voisinage de la mer Caspienne, sont au-dessous du niveau de l'Océan. A la traversée de chacune de ces sept tranches, le cours de la rivière est distingué sur la Carte par une couleur spéciale.

» Les données qui ont servi de bases pour la construction de cette Carte sont au nombre d'environ 400, dont 100 ont été déterminées par l'état-major russe (par nivellements trigonométriques) et 300 par les ingénieurs des voies et communications (par nivellements géométriques), principalement sous la direction du Ministre, M. C. Possiet.

» En étudiant cette Carte, on reconnaît que les principaux cours d'eau de la Russie d'Europe changent assez brusquement de direction générale : tels sont la Vistule, près de Thorn; le Niemen, près de Kovno; le Dnjepr, près d'Ekaterinoslaw; le Don, au-dessus de Kalatsch; le Volga, au confluent avec le Kama; l'Oural, près d'Ouralu; la Dwina septentrionale, au confluent de Vybschogda.

» Ces points d'inflexion sont généralement compris entre 30^m et 45^m d'altitude. »

M. L. **Holtz**, à l'occasion des phénomènes pour lesquels on a proposé récemment l'expression de *marées barométriques,* signale plusieurs observations relatives à des sources intermittentes. (Extrait.)

« Une nappe d'eau, située à une vingtaine de kilomètres de Tours, dans une propriété appartenant à M. Vergé, membre de l'Institut, alimente *régulièrement* un ruisseau pendant une durée de *douze* ou *quatorze heures* par jour, et le laisse complètement à sec le reste du temps, si l'on en excepte les jours de grande pluie.

En Touraine également, dans la propriété de M. Jules Bernardeau, maire du Plessis, une forte source, découverte d'après mes indicatious, et qui jaillit directement de la nappe, *remonte* et *redescend* jusqu'à la roche, par intermittence, de *demi-heure* en *demi-heure.* »

M. **Delaurier**, pour obtenir un niveau constant dans une chaudière pleine de vapeur, propose de disposer l'ouverture de l'injecteur Giffard au niveau même que l'on veut assurer au liquide.

M. S. **Vilallongue** adresse une Communication relative à l'emploi de l'eau alunée pour l'extinction du feu.

M. A. **Vigié** communique les résultats obtenus pendant la campagne viticole de 1881 par l'application de sa méthode de sulfurage contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante de candidats à la place laissée vacante, dans la classe des Académiciens libres, par le décès de M. *Bussy*.

En première ligne	M. de **Freycinet**.
En deuxième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*	M. **Bertin**. M. **Cailletet**. M. **Gruner**.
En troisième ligne	M. **Bourgoin**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er mai 1882.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1882. Paris, Berger-Levrault, 1882; in-8°.

Mémoires sur quelques Mammifères fossiles des phosphorites du Quercy; par

M. H. Filhol. Toulouse, imp. Vialelle, 1882; in-4°. (Présenté par M. Alph.-Milne Edwards.)

Oscillations des quatre grands glaciers de la vallée de Chamonix; par V. Payot. Genève, J. Sandoz, 1879; in-18.

Florule du Mont-Blanc. Guide du botaniste et du touriste dans les Alpes Pennines; par V. Payot. *Phanérogames.* Paris, Sandoz et Thuillier, 1882; in-18.

Plantes cryptogames vasculaires et cellulaires. Florule du Mont-Blanc, etc.; par V. Payot. Genève, H. Trembley, 1881; in-12. (Ces trois derniers Ouvrages, présentés par M. Chatin, sont renvoyés au concours Desmazières.)

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique, liv. 50 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau. Texte, feuilles 18 à 20 du t. X. Atlas, Pl. 335 à 346. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

L'origine des êtres vivants; par F. Hément. Paris, Fauvé et Nathan, 1882; in-8°.

Note sur la source de Barzun-Barèges descendue à Luz; par le Dr Armieux. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1882; opuscule in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, n° 2, 1881. Moscou, A. Lang, 1881; in-8°.

Bulletin astronomique et météorologique de l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro. Octobre, novembre, décembre 1881, n°s 4, 5, 6. Rio de Janeiro, imp. Lombaerts, 1881; in-4°.

Museu nacional. O veneno ophidico e os seus antidotos; pelo Dr J.-B. de Lacerda. Rio de Janeiro, imp. Lombaerts, 1881; in-8°.

Tokio Daigaku (University of Tokio). The calendar of the departments of Law, Science and Litterature, 2540-41 (1880-81). Published by the University, 2540 (1880); in-8°.

Memoirs of the science department, Tokio Daigaku (University of Tokio); n° 4 : *Geology of the environs of Tokio; by* D. Brauns. Published by Tokio Daigaku, 2541 (1881); in-4°.

Syzygien-Tafeln für den Mondnebst ausführlicher Anweisung zum Gebrauche derselben; von Prof. T. von Oppolzer. Leipzig, W. Engelmann, 1881; in-4°.

Ueber eine Bewegung einer materiellen Punktreihe. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde der hohen naturwissenschaftlichen Facultät der Universität zu Tübingen, vorgelegt von A. Vianna de Lima, *aus Brasilien.* Berlin, L. Schade, 1882; in-4°.

Pubblicazioni del R. Osservatorio di Palermo, anni 1880-81; Prof. G. CACCIATORE, direttore. Palermo, Lao, 1882; in-4°.

On Riccati's equation and its transformations, and on some definite integrals which satisfy them; by J.-W.-L. GLAISHER. Cambridge, 1881; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the Royal Society.*)

ERRATA.

(Séance du 24 avril 1882.)

Page 1171, ligne 4, *au lieu de* transformation, *lisez* transparence.

Page 1172, ligne 15, *au lieu de* à l'intérieur, *lisez* à l'extérieur.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MAI 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les effets produits dans le vide par le courant des machines Gramme.* Note de MM. **Jamin** et **G. Maneuvrier**.

« Aussitôt que Davy eut découvert l'arc électrique, il s'empressa de le reproduire dans une enceinte vide d'air, afin d'éviter la combustion des charbons. Il vit qu'on pouvait l'agrandir, que la matière charbonneuse se transportait du pôle positif au pôle négatif, que le premier était plus lumineux que le second, mais que l'aspect général du phénomène ne changeait pas. Despretz répéta l'expérience avec une pile plus énergique et reconnut que le charbon volatilisé sous l'action électrique se dépose sur les parois du ballon de verre aussitôt que l'intensité du courant dépasse une certaine limite. Il est probable que ce dépôt de charbon se fait dans tous les cas, mais qu'il ne commence à pouvoir être constaté que si l'intensité est très grande.

» Les choses se passent tout autrement quand, au lieu d'une pile, on emploie la bobine de Ruhmkorff. On sait qu'elle fait naître des courants d'induction successifs et de sens opposés : les premiers, inverses, ont trop peu

de tension pour franchir la distance qui sépare les pointes et ne produisent rien; les seconds, directs, acquièrent à la fin une tension énorme, mais ils durent peu et transportent une faible quantité d'électricité. Tout se réduit donc à des décharges successives presque instantanées, séparées par des repos comparativement prolongés, à des étincelles, et, dans le vide, à des effluves de lumière; mais il n'y a jamais d'arc électrique, parce que la quantité manque.

» Les machines Gramme à courants alternatifs participent à la fois des piles et de la bobine, tout en offrant des caractères spéciaux; elles donnent deux courants alternativement contraires, mais ils sont égaux, durent le même temps, ne sont séparés que par un court intervalle de temps et transportent, à cause de leur durée, une grande somme d'électricité. On pourrait les remplacer par une pile dont le sens changerait périodiquement et sans interruption; mais ils diffèrent d'une pile par la grande intensité des courants. Quand l'un d'eux finit, elle augmente par l'extra-courant; quand il commence, elle profite de la force électromotrice inverse du courant précédent, comme je l'ai démontré ([1]). En résumé, les effets seront ceux des piles avec une aggravation due à l'énorme tension, et ceux de la bobine avec l'aggravation qui résultera d'une plus grande quantité d'électricité. C'est ce que l'expérience vérifie. Dans l'air, au lieu d'un seul arc, on en peut allumer plusieurs, et l'on en multiplie le nombre en augmentant la tension, c'est-à-dire en diminuant la section et en augmentant la longueur du fil induit, ainsi que la vitesse de rotation. Cela m'a permis d'entretenir soixante lumières avec une machine qui, primitivement, n'en supportait que huit. Dans le vide imparfait des machines pneumatiques, les résultats pouvaient encore se prévoir en partie, et ils sont très curieux, comme on va le voir et comme je viens de l'observer avec la collaboration de l'un de mes élèves, M. G. Maneuvrier.

» Ayant pris un œuf électrique, j'y ai disposé en face l'un de l'autre deux charbons de $0^{m},15$ de longueur, de 4^{mm} de diamètre, séparés par un intervalle de 4^{mm}. Lorsque le vide atteignit environ 12^{mm}, la lumière commença à jaillir d'elle-même, non point sous forme d'arc très lumineux, resserré entre les pointes, mais partant de tous les points des charbons, sous l'aspect ordinaire des effluves dans les tubes de Geissler; chacun d'eux montrait, à la fois, les apparences qui caractérisent les deux pôles avec la bobine, c'est-à-dire l'auréole bleue enveloppant la surface des deux cylindres, ce qui appar-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1201.

tient au pôle négatif et au delà la lueur stratifiée plus pâle due au pôle positif. Elle s'élançait normalement au contour des charbons et tout le ballon s'emplissait de lumière. L'expérience est une des plus belles qu'on puisse voir.

» Ainsi les deux courants contribuent pour une égale part à la production du phénomène qui est celui des tubes de Geissler, mais qui prend un éclat incomparable, à cause de la quantité considérable d'électricité qui passe et qui va modifier rapidement les apparences observées. En effet, les charbons s'échauffent, rougissent et arrivent au blanc pâle, non pas seulement à leur extrémité, mais dans toute leur longueur, alors ils se volatilisent rapidement par l'effet combiné de l'échauffement et des courants. Quelle que soit la cause de cette volatilisation, il est certain qu'une matière charbonneuse se répand à l'état de vapeur. Le ballon se remplit d'un gaz bleu assez analogue à la vapeur d'iode, qui se fonce de plus en plus jusqu'à l'indigo. Après quoi ces vapeurs se condensent abondamment sur les parois qui deviennent opaques, et cela termine l'expérience. Le dépôt recueilli ressemble à du charbon très divisé et se dissout avec effervescence et incandescence dans l'acide azotique. Est-ce du charbon pur ou un composé peut-être hydrogéné de charbon? C'est une question que je me réserve d'examiner ultérieurement.

» Pour éviter cette terminaison forcée de l'expérience, j'ai remplacé les charbons uniques par deux faisceaux de crayons pareils, adaptés aux deux rhéophores et allant en divergeant suivant les génératrices de deux cônes opposés par leurs bases. Dans ce cas les courants se divisent en un grand nombre d'effluves, moins intenses que l'effluve unique; tous les charbons s'illuminent à la fois et s'échauffent d'autant moins qu'ils sont plus nombreux. La volatilisation est à peu près nulle et l'effet se prolonge autant qu'on le veut.

» J'ai remplacé les charbons par des tiges de cuivre de $0^{m},003$ de diamètre et divergeant du rhéophore. Le même effet s'est produit avec un éclat encore plus grand. Si le courant est trop intense, le cuivre fond. Toujours il se volatilise en partie et se dépose en couche mince sur le ballon. Il est clair que l'expérience devra être variée en employant divers métaux, divers gaz en opérant sous diverses pressions.

» J'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats qui se présenteront. »

ÉLECTRICITÉ. — *Considérations générales sur les préventeurs d'incendie* [1] *ou pyroscopes*. Note de M. A. **Ledieu**.

« 1. Dans une Communication précédente (*Comptes rendus* du 6 juin 1881), nous avons décrit un préventeur d'incendie ou *pyroscope*, reposant sur le fait topique de l'action de pièces métalliques enfoncées dans une planchette pour accroître considérablement la conductibilité de celle-ci, pour un même degré d'humidité.

» Toutefois, il ne faut pas se dissimuler les inconvénients d'un pareil instrument, à savoir : 1° l'affaiblissement de ses indications par suite de la production d'un courant secondaire dans la planchette; 2° une usure rapide de la pile, si elle fonctionne d'une manière continue avec trop d'activité.

» Dans les pyroscopes actuels, différents de celui qui nous occupe, le dernier de ces inconvénients est évité. En revanche, le premier s'y trouve remplacé par un autre plus grave, afférent encore à la nature du circuit. Ce dernier est, en effet, alors constitué de façon à fonctionner par la dilatation ou même la fusion de pièces métalliques; et l'on se trouve exposé à des modifications dans la qualité de ces pièces, qui paralysent complètement le jeu de l'instrument au moment opportun.

» 2. Il a été aussi proposé un pyroscope où le circuit comprend une sorte de thermomètre à mercure à gros réservoir. Un fil de platine attenant au circuit pénètre dans le mercure du réservoir à travers une soudure. Un autre fil de platine s'introduit dans l'instrument par le haut de sa branche. Ce second fil ne plonge dans le mercure que quand le liquide subit une certaine dilatation, sous l'influence d'un accroissement voulu de la température. Mais ce système n'est rien moins qu'aléatoire; car, sans compter sa fragilité, il peut se former à la longue, sous des influences diverses, une tapisserie de mercure sur les parois de la branche, auquel cas le verre de l'appareil deviendrait conducteur.

» D'ailleurs, on a encore ici un instrument à action discontinue. Or une pareille discontinuité est au fond la pierre d'achoppement de tous les pyroscopes où elle se rencontre.

» 3. Il y a une combinaison qui met à l'abri des inconvénients que nous

---

[1] Nous sommes obligé d'employer ici le mot *préventeur*, car le terme *avertisseur* d'incendie a aujourd'hui une signification bien définie en industrie, où il concerne des appareils manœuvrés à la main pour donner l'alarme et réclamer des secours.

venons de signaler : c'est d'avoir recours à l'accroissement (ou au contraire à la diminution) de résistance qu'éprouvent, avec l'augmentation de la température, les métaux (ou les liquides).

» En profitant de l'une ou de l'autre de ces propriétés contraires, il faut s'arranger de façon que la pile ne fonctionne que quand la température s'élève.

» On peut imaginer, pour une même pile, deux circuits, dans chacun desquels on interpose une bobine d'égale résistance. Une de ces bobines se place dans le compartiment à surveiller. La deuxième bobine, ainsi que son circuit, sont maintenus entièrement en dehors de ce compartiment. Enfin les deux circuits sont reliés aux bornes d'un même galvanomètre, de façon à amener dans l'appareil deux courants dérivés extrêmement faibles de sens contraire, et d'ailleurs égaux tant que l'état des choses demeure normal.

» Dès que la température augmente dans le susdit compartiment, la bobine y incluse devient *plus* résistante; et alors seulement la pile fonctionne avec un peu d'activité, en même temps que l'aiguille du galvanomètre se met en mouvement et avertit de l'augmentation de température, en faisant partir une sonnerie à une division convenue.

» 4. L'agencement précédent étant coûteux, il y a possibilité de lui substituer le suivant :

» On interpose dans un circuit unique un cylindre en matière à la fois isolante et non fragile. Ce cylindre est rempli d'un liquide réfractaire à l'électrolysation, et possédant en outre une bonne conductibilité, qui croît franchement avec la température. A chaque extrémité du cylindre, il existe un presse-étoupe étanche, à travers lequel pénètre un rhéophore en platine, relié à l'un des bouts du fil du circuit coupé en deux. Toute la question consiste à choisir un liquide qui satisfasse aux conditions voulues.

» En étudiant les expériences qui peuvent avoir quelque rapport avec notre sujet, on trouve que l'alcool absolu serait de nature à résoudre la question.

» Cette présomption a été corroborée par quelques essais directs que voici :

» Pile de 5 éléments Leclanché. — Galvanomètre double de Clark 1741^{ohms}, shunté au $\frac{1}{100}$. — Électrodes 2 lames de *cuivre*, distantes de $0^{\text{m}},05$ environ. — Déviation au galvanomètre $+ 80^{\circ}$. — Pas de bulles gazeuses. — Courant de polarisation $- 6^{\circ}$.

» Même pile. — Même galvanomètre. — Électrodes 2 lames de *platine*. — Déviation au galvanomètre $+ 77^{\circ}$. — Pas de bulles gazeuses. — Courant de polarisation $- 4^{\circ}$.

» 5. Il demeure bien entendu que les développements précédents ne sont que de simples indications, dont pourront s'inspirer les industriels désireux d'arriver à construire un pyroscope sûr, peu coûteux et pratique. C'est là un *desideratum* irréalisé jusqu'à ce jour, et dont l'importance est cependant considérable, particulièrement pour les navires et les théâtres.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Bussy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 63 :

MM. de Freycinet	obtient.	42	suffrages
Gruner	»	17	»
Bertin	»	2	»
Cailletet	»	2	»

M. de Freycinet, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rapport sur le Mémoire relatif aux matières albuminoïdes, présenté à l'Académie par M.* A. Béchamp.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Peligot, Fremy, Cahours; Dumas, rapporteur.)

« Parmi les substances organiques, celles qu'on désigne sous le nom commun de *matières albuminoïdes* ou de *matières gélatinigènes,* soit liquides et coagulables : blanc d'œuf, sérum du sang, albumine végétale, caséum du lait; soit solides : fibrine du sang, principe fibreux de la chair des animaux; soit enfin tissus propres à se convertir en gélatine, et gélatine elle-même, sont à la fois les plus intéressantes et les moins bien connues. N'étant ni volatiles, ni cristallisables, on éprouve la plus grande difficulté à les définir. Au moment où l'on croit avoir entre les mains une espèce bien

caractérisée, on s'aperçoit qu'on n'a qu'un mélange de deux ou plusieurs espèces différentes.

» On ne connaît donc pas bien encore les propriétés distinctives, comme espèces, de ces matières; leur composition élémentaire offre des points obscurs; les produits résultant de l'action des agents énergiques sur elles sont complexes; toute formule essayant d'en représenter la constitution se montre tellement compliquée qu'on ne saisit pas bien le lien qui la rattache aux équations habituelles de la Chimie organique, étudiées avec tant de succès dans ces dernières années.

» Cependant, il s'est fait des efforts si considérables, et l'on a enrichi la science de résultats si dignes d'attention depuis quelque temps, qu'on peut considérer comme possibles et même probables la découverte peu éloignée de la véritable constitution de ces substances, instruments directs de la vie, et la définition précise des espèces qui en font partie.

» Si ces matières ne cristallisent pas, si elles ne sont pas volatiles, si enfin elles ne contractent pas des combinaisons bien définies avec les bases ou les acides, il est un de leurs caractères qui permet, du moins, de s'assurer qu'on est en présence d'une matière toujours la même et bien distincte de toute autre : c'est l'action que ces sortes de corps exercent sur le plan de polarisation des rayons lumineux.

» C'est en étudiant sous ce rapport les diverses matières albuminoïdes que M. Béchamp est parvenu à les séparer en espèces sinon toutes absolument définies et comparables à celles que les substances volatiles ou cristallisables représentent, du moins offrant les premiers résultats sérieux, tentés en vue d'un classement régulier de ces intéressants produits.

» Pour apprécier l'importance d'une telle étude, il suffit de rappeler que les organes de tous les animaux et les liquides qui les baignent sont formés ou renferment de telles matières, et que si, dans les tissus des plantes ou leurs sèves, elles ne constituent pas les matériaux prépondérants par leur proportion, leur présence n'y semble pas moins générale et surtout moins essentielle au début de la formation des cellules.

» Si l'on ajoute que les analyses de ces matières et leur interprétation ont conduit les chimistes qui s'en sont occupés à admettre que leur molécule ne renferme pas moins de 500^{at} à 600^{at} de carbone, d'hydrogène, d'oxygène ou d'azote, on comprendra quelle distance sépare de tels corps de ceux, bien moins complexes, dont l'étude a servi de fondement aux doctrines sur lesquelles repose la Chimie organique systématique.

» La première question à résoudre au sujet de ce groupe de corps, con-

siste donc à dédoubler les mélanges que la nature nous fournit et à isoler de chacun d'eux des êtres doués de propriétés fixes et assez fondamentales pour qu'on puisse les considérer comme spécifiques et essentielles.

» Le blanc d'œuf renferme au moins trois matières : l'une précipitable par le sous-acétate de plomb; la deuxième par le sous-acétate de plomb ammoniacal; la troisième, qui n'est pas coagulable par la chaleur, qui est soluble dans l'eau, est insoluble dans l'alcool, au moyen duquel on la sépare de ses dissolutions aqueuses.

» Les deux premières de ces substances offrent les caractères généraux des matières albuminoïdes; la troisième appartient à la catégorie des ferments et fluidifie l'amidon. Les pouvoirs rotatoires de ces trois produits sont respectivement $34^{\circ}\searrow$, $52^{\circ}\searrow$, $78^{\circ}\searrow$, et l'auteur étudie les composés qu'ils forment en agissant à la manière des bases avec l'acide acétique et l'acide chlorhydrique.

» Le ferment découvert dans le blanc d'œuf par l'auteur explique quelques-uns des phénomènes qui se passent pendant l'incubation. Sa présence lui a donné l'occasion de le rechercher dans d'autres produits albuminoïdes, et l'on prend une idée générale de son travail en disant qu'il est parvenu à dédoubler ceux-ci en deux ou trois substances distinctes, possédant les propriétés des produits albumineux, et en un ferment bien caractérisé. A quelle fin tous les liquides albumineux sont-ils accompagnés de ces ferments? Quel rapport existe-t-il entre la matière animale abondante, coagulable, paraissant destinée à fournir les matériaux des organes, et ces ferments en petite quantité dont la présence semble toujours annoncer la destruction prochaine des combinaisons altérables auxquelles ils sont associés? D'où viennent ces ferments? Où vont-ils? Quels rôles ont-ils à remplir? Autant de questions d'un intérêt considérable assurément; car on les observe dans le sérum du sang de tous les animaux, dans le blanc de l'œuf et dans le jaune, dans le lait, c'est-à-dire dans tous les liquides destinés à la formation ou à la réparation de nos organes.

» Il y a longtemps que Thenard, découvrant l'eau oxygénée et constatant l'action destructive singulière que certains corps, tels que l'argent divisé, exercent sur elle, avait été conduit à comparer leur manière d'agir dans cette circonstance à celle des ferments. Il y avait été d'autant plus disposé que, parmi les matières organiques, il en était une, la fibrine extraite du sang, qui exerçait à un degré remarquable cette influence décomposante sur l'eau oxygénée. On devait être frappé, en effet, de cette analogie entre la levure de bière, qui en présence du sucre le détruit et le

convertit en alcool et acide carbonique d'une part, et la fibrine, de l'autre, qui convertit l'eau oxygénée en oxygène et en eau. La levure de bière et la fibrine ne paraissent ni l'une ni l'autre agir en vertu d'une action chimique où elles auraient un rôle à jouer. Mais la levure agit en vertu d'un phénomène vital : en serait-il ainsi de la fibrine? Nous l'ignorons, et quoique les idées au sujet de la fermentation et des ferments se soient bien modifiées depuis que Thenard s'est livré à l'étude de l'eau oxygénée, on n'est pas encore en mesure d'expliquer comment la fibrine décompose l'eau oxynée, sans rien lui emprunter, sans rien lui céder, en apparence du moins.

» M. Béchamp fait avancer d'un pas cette question, dont l'intérêt n'a pas échappé aux physiologistes. La fibrine du sang et l'oxygène condensé dans les globules pourraient bien, en effet, avoir à jouer, dans les phénomènes complexes de la respiration, un rôle se rattachant à cette action singulière sur l'eau oxygénée qu'aucune autre matière animale ne présente. Votre rapporteur a cherché autrefois, mais en vain, si le sang artériel ne contenait pas de l'eau oxygénée, et il ne serait pas surpris qu'un expérimentateur plus habile vînt à y déceler sa présence.

» Quand on traite la fibrine par l'acide chlorhydrique faible, elle se gonfle et se dissout pour la majeure partie; mais, ainsi que l'a constaté M. Bouchardat, elle laisse toujours un résidu insoluble. C'est dans ce résidu, M. Béchamp l'a démontré, que se trouve le pouvoir décomposant à l'égard de l'eau oxygénée, et non dans la partie soluble qui a été enlevée par l'acide chlorhydrique.

» La substance granuleuse insoluble dans l'acide chlorhydrique faible est encore une matière albuminoïde; elle en possède les propriétés générales. Portée à l'ébullition dans l'eau, elle perd son pouvoir décomposant sur l'eau oxygénée. Desséchée dans le vide à froid, elle le conserve au contraire. Il en est de même lorsqu'on la traite par l'alcool et l'éther; ils lui enlèvent un peu de matière grasse, sans modifier son pouvoir décomposant. Quand cette substance singulière a été bien préparée, son action sur l'eau oyygénée est aussi rapide que celle des oxydes métalliques propres à opérer sa décomposition.

» Le Mémoire de M. Béchamp contient les résultats des études qu'il a poursuivies dans le but d'extraire les substances les mieux définies possible des matières albuminoïdes : blanc et jaune d'œuf, lait, sérum du sang; farines de pois, de moutarde blanche, de pois chiche, de noisette, d'amandes; gluten de blé, fibrine, globules rouges du sang; chair musculaire et cristallin de bœuf.

» Ce Mémoire renferme des études analogues sur les tissus des os ou des cartilages qui fournissent la gélatine et la chondrine.

» Il donne enfin une énumération des divers ferments dont il a reconnu l'existence en étudiant les produits précédents, auxquels ils sont si souvent associés, et il en signale les propriétés.

» Pendant que ces études occupaient M. Béchamp, les matières albuminoïdes étaient l'objet, de la part de M. Schützenberger [1], d'un travail considérable par son étendue et déjà classique par ses résultats. Sans dédoubler le blanc d'œuf et le prenant en masse, à l'état coagulé, il l'a soumis à l'action d'une base alcaline, sous l'influence prolongée d'une température élevée, dans un digesteur, et il a opéré une analyse heureuse des résultats de cette réaction. Sous la direction de ce maître habile, M. Bleunard vient de poursuivre et de compléter une étude qui fait le plus grand honneur au Laboratoire du Collège de France [2].

» On sait que sous des influences semblables, c'est-à-dire en présence d'un alcali et de l'eau, aidés de l'action de la chaleur, l'urée s'empare des éléments de l'eau et se transforme en acide carbonique et ammoniaque, et que l'oxamide, dans les mêmes conditions, fournit de l'acide oxalique et de l'ammoniaque. On sait aussi que les matières albuminoïdes ont été assimilées depuis longtemps à ces sortes de composés, qui ont besoin, pour perdre leur azote à l'état d'ammoniaque, d'emprunter de l'hydrogène à l'eau. Tel a été le résultat général des opérations effectuées par M. Schützenberger, et après lui par M. Bleunard. D'un côté, des acides plus ou moins complexes, restant unis à la baryte, de l'autre de l'ammoniaque et des bases complexes aussi provenant du dédoublement des matières albuminoïdes et de l'hydrogénation des composés azotés qu'elles contenaient.

» Mais cette action des alcalis, destinée à mettre en évidence la constitution des matières albuminoïdes, rencontre deux difficultés. La première tient à l'état dans lequel l'azote s'y trouve. S'il y était sous forme d'amide, une seule réaction le convertirait en ammoniaque. Comme une partie au moins s'y rencontre à l'état d'imide, avant de se convertir en ammoniaque, cet azote peut donner naissance à des amides intermédiaires. Il doit donc se former par une première réaction des acides et des bases amidés, en même temps que la seconde réaction, ou du moins la dernière, produit des acides non azotés et de l'ammoniaque pure.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI, p. 289.

(2) *Ibid.*, 5e série, t. XXVI, p. 5.

» Ces effets se compliquent encore de ce fait, qu'au lieu d'agir sur des composés uniques on opère sur des mélanges. D'après M. Béchamp, sur 10 parties de blanc d'œuf, il y en a 5 que le sous-acétate de plomb précipite, 4 que précipite seulement le sous-acétate de plomb ammoniacal et 1 qui n'a plus les caractères albumineux et qui constitue un ferment. En opérant sur la partie coagulable du blanc d'œuf prise en masse, on ne peut donc pas s'attendre à des résultats simples.

» Il y a longtemps qu'on a considéré l'urée comme un dérivé de la destruction des matières albumineuses qui font partie du sang ou des tissus, soit que cette urée représente le dernier terme de la combustion de ces matières par le procédé respiratoire, soit qu'elle provienne de dédoublements successifs opérés sur elles par l'action des divers ferments que les liquides de l'économie renferment et mettent en action. Ces deux procédés peuvent concourir à la fois à la formation de l'urée.

» Quoi qu'il en soit, M. Béchamp a prouvé depuis longtemps que l'oxydation de l'albumine, opérée au moyen du permanganate de potasse, fournit une certaine quantité d'urée. Reprenant cette question dans son Mémoire, il fait voir que toutes les matières albuminoïdes partagent cette propriété. Il indique la marche à suivre pour constater cette importante réaction. Il signale les causes d'insuccès qui ont pu la faire mettre en doute par quelques chimistes entre les mains desquels elle n'avait pas réussi.

» Votre Commission a voulu que les principales expériences et les résultats les plus saillants exposés dans le Mémoire de M. Béchamp fussent reproduits sous ses yeux. Elle a pu s'assurer par elle-même de leur exactitude.

» Sans affirmer que de nouvelles recherches n'amèneront pas des dédoublements plus nombreux et ne feront pas découvrir des caractères propres à distinguer avec plus de précision les espèces qui constituent ces mélanges albuminoïdes ou gélatinigènes, jouant un rôle important dans l'organisation des animaux et dans les phénomènes de la vie, le Mémoire de M. Béchamp renferme à ce sujet de nombreuses et curieuses indications. La détermination du pouvoir rotatoire d'un grand nombre de ces matières par les dissolvants ou par des agents incapables de les altérer, l'analyse élémentaire des espèces les mieux caractérisées constituent un ensemble qui a exigé de longues études et qui a paru très digne d'intérêt à votre Commission.

» En conséquence, elle a l'honneur de proposer à l'Académie l'impression du Mémoire de M. Béchamp dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers.* »

Les conclusions du Rapport sont adoptées.

HISTOIRE DE LA NAVIGATION. — *Rapport de la Commission chargée d'examiner le travail présenté à l'Académie par M. le contre-amiral* Serre « *sur la trière athénienne* ».

(Commissaires : MM. Perrot, Heuzey, Lenormant, Jurien de la Gravière, Pâris; Dupuy de Lôme, rapporteur).

« M. le contre-amiral Serre a lu, dans la séance du 1er août 1881, une Note ayant pour objet de présenter un système plausible pour la reconstitution de la trière athénienne, de manière à satisfaire aux indications du bas-relief de l'Acropole représentant une partie du flanc d'un de ces navires, ainsi qu'aux textes parvenus jusqu'à nous des écrivains contemporains de cette marine à rames, qui a joué un rôle si important dans l'histoire de la Grèce antique.

» A cette lecture, M. le contre-amiral Serre a joint une Note annexe et deux feuilles de dessins représentant très clairement la constitution de la trière telle qu'il la comprend.

» L'Académie a chargé une Commission de six membres, dont trois pris dans son sein et trois faisant partie de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, d'examiner le travail de M. le contre-amiral Serre.

» Après avoir étudié isolément le travail qui leur était soumis, les membres de la Commission se sont réunis à diverses reprises pour relire ensemble, avec toute l'attention qu'elles méritent, les deux Notes de M. Serre, en complétant leur étude par celle des plans qui y sont annexés. Ils ont entendu avec un vif intérêt l'auteur leur exposer lui-même sa manière de concevoir la trière athénienne.

» La Commission a été fortement impressionnée par la logique qui relie toutes les parties du travail soumis à son examen. Elle a reconnu la possibilité pratique de toutes ses combinaisons au point de vue de la construction et des qualités nautiques du navire reconstitué par l'auteur; elle a constaté la précision de tous les détails, qui ne laisse rien de vague pour les dimensions adoptées, de sorte que ce travail contient incontestablement une solution de la trière athénienne qui pourrait être mise à exécution.

» M. le contre-amiral Serre admet comme indéniable, d'après les textes anciens et d'après les bas-reliefs dont les débris nous sont parvenus, la division des rames en plusieurs groupes identiques, composés chacun de trois rames, dont chacune s'appuie à des hauteurs différentes sur les flancs

du navire et qui, pour un même groupe, ne sont que peu écartées entre elles dans le sens longitudinal. Le navire contenait dans sa longueur, et placés dans sa partie centrale, un assez grand nombre de ces groupes, composés chacun de trois rames étagées.

» Les petites distances, dans la situation des points d'appui des trois rames d'un même groupe, tant en hauteur que dans le sens longitudinal, rend la trière réalisable avec les dimensions très modérées qu'elle avait incontestablement, aussi bien en hauteur sur l'eau qu'en largeur, en longueur et en poids total.

» En outre, cette disposition des rames est compatible avec leur mise en action par un homme sur chacune d'elles, ces hommes étant placés comme l'indiquent très nettement les notes et les plans de l'auteur; mais en même temps il reconnaît que, dans cette mise en action simultanée des trois rames d'un même groupe constitué comme il l'a fait, il faut admettre deux faits incompatibles avec le développement complet du travail que peut produire un rameur bien placé, actionnant une rame bien proportionnée avec sa force et avec la vitesse que le total des hommes employés pourrait obtenir pour le navire.

» En effet, dans la disposition présentée par le contre-amiral Serre, la rame supérieure, quoique pouvant encore être manœuvrée par un seul homme pour une allure lente, est trop longue et trop lourde pour que cet homme la fasse mouvoir avec une vitesse suffisante pour une marche rapide. Il en est encore de même, quoique à un moindre degré, pour la rame placée à la hauteur intermédiaire. Enfin les trois rames d'un même groupe, ainsi que les hommes qui les actionnent, sont trop rapprochées dans le sens de la longueur du bâtiment pour qu'elles puissent recevoir toute l'amplitude de mouvement angulaire nécessaire au développement complet du travail d'un homme.

» Aussi M. le contre-amiral Serre ne présente-t-il cette vogue simultanée de toutes les rames que comme une vogue *de parade*, telle que celle des revues nautiques : pour la vogue de combat, ainsi que pour celle de route, il admet qu'on agissait seulement avec les rames placées à la même hauteur dans les divers groupes longitudinaux, en employant, suivant les circonstances, soit le rang supérieur des *thranites*, en mettant alors trois hommes sur la même rame pour les mouvoir énergiquement, soit le rang intermédiaire des *zygites*, sur lequel il suffisait de mettre, à cet effet, deux hommes par rames, soit enfin le rang inférieur des *thalamites*, dont les rames se manœuvraient facilement par un seul homme.

» Ainsi, dans cette manière de voir de M. le contre-amiral Serre, la vogue, avec toutes les rames simultanées, était possible, mais sans grande vitesse, avec un homme par rame.

» La vogue thranite, avec les rames supérieures seules, actionnées chacune par trois hommes, était principalement la vogue de combat, ne laissant disponible que les combattants.

» La vogue zygite, avec les rames seules du rang intermédiaire, employait deux hommes par rame, ne laissait, pour relève au repos, que *le tiers* des hommes de nage, et elle était principalement applicable aux missions pressées.

» Enfin, la vogue thalamite, avec les seules rames du rang inférieur n'employant qu'un homme par rame, laissait pour relève deux tiers des hommes au repos. Elle était surtout applicable aux longues traversées à la rame par belle mer.

» Un changement fort simple dans la disposition des parties amovibles des bancs, sur lesquels s'asseyaient les *thranites*, les *zygites* et les *thalamites*, permettait de passer de l'un à l'autre des quatre systèmes de vogues précités.

» Cette conception de la trière est fondée sur une étude approfondie de la part de l'auteur; elle satisfait incontestablement à toutes les conditions essentielles imposées par la navigation d'un bâtiment à rames. Elle ne contredit aucun texte, aucun document des bas-reliefs. Elle ne soulève qu'une seule objection : c'est que la vogue de la trière, avec tous les avirons à la fois, ne pouvait être qu'une vogue de parade, incompatible avec le développement complet du travail des hommes actionnant ces rames et qu'en service on employait l'un ou l'autre de ces trois rangs de rames, suivant les circonstances.

» Votre Commission, sans vouloir se rendre solidaire de cette conclusion, a néanmoins reconnu, à l'unanimité, que le travail de M. le contre-aniral Serre forme un tout admirablement relié dans toutes ses parties, sans contradiction avec les textes et les autres documents relatifs aux trières qui nous sont parvenus de l'antiquité, qu'il est empreint d'une connaissance parfaite des relations nécessaires entre la force des hommes, les dimensions des rames et la vitesse des bâtiments; qu'enfin c'est là un travail du plus haut intérêt, et elle propose à l'Académie d'en ordonner l'impression dans son Recueil des *Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions du Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'un des principaux fondements des doctrines relatives au mécanisme de production des mouvements volontaires et des convulsions.* Mémoire de M. **Brown-Séquard**. (Extrait par l'auteur.)

« I. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques-uns des résultats que m'ont fournis de nombreuses recherches ayant pour objet le mécanisme des mouvements volontaires et de leurs altérations morbides. Les doctrines admises à l'égard de la production de ces phénomènes reposent essentiellement sur deux séries de preuves. Je ne m'occuperai aujourd'hui que de la série de preuves que l'on a tirées des effets des irritations de presque toutes les parties d'une moitié de l'encéphale, effets qui consistent essentiellement en mouvements des membres du côté opposé.

» Les fondements de la doctrine suivant laquelle les mouvements volontaires d'un côté du corps sont produits par la moitié du cerveau du côté opposé se sont enrichis, de nos jours, de faits expérimentaux et cliniques, qui ont semblé montrer que des centres psycho-moteurs, nettement délimités, occupent certaines parties de la surface cérébrale. Complétée par ces faits, la doctrine que je combats peut se résumer ainsi. De la zone cérébrale, où l'on place des centres psycho-moteurs, partent des fibres qui descendent jusqu'à la base de l'encéphale, où elles forment la partie antérieure des pédoncules cérébraux, du pont de Varole et du bulbe. Celles de ces fibres qui viennent des centres d'un côté s'entrecroisent avec celles venant du côté opposé, dans le pont de Varole et le bulbe, descendant ensuite dans la moelle épinière, dont la moitié gauche contient ainsi les conducteurs venus du cerveau droit, et la moitié droite ceux du cerveau gauche. Les recherches multipliées que j'ai faites depuis quatre ans à l'égard des effets des irritations des diverses parties de l'encéphale sur des cobayes, des lapins, des chiens, des chats et des singes (surtout des Macaques) ont donné des résultats absolument contraires à ces doctrines.

» II. D'après les théories reçues, on devrait trouver que l'irritation mécanique ou galvanique des parties considérées comme motrices, depuis la zone excitable de la surface cérébrale jusqu'au pont de Varole, sinon plus bas, donne lieu uniformément à des mouvements de l'un ou des deux membres du côté opposé à celui de l'irritation. Or il n'en est pas ainsi,

comme le montrent les faits suivants : 1° l'irritation d'un côté du pont de Varole ou du bulbe, et même celle de la pyramide antérieure, produit, huit ou neuf fois sur dix, chez le même animal, des mouvements de l'un ou des deux membres du côté correspondant. On obtient encore très souvent des mouvements du côté correspondant à celui de l'irritation, lorsque, après une section transversale d'une moitié latérale du bulbe, on irrite soit par le galvanisme, soit mécaniquement, l'extrémité supérieure du pont, dans sa partie considérée comme motrice ; 2° l'irritation du pédoncule cérébral, dans ses parties supposées motrices comme dans les autres, donne souvent lieu à des mouvements des membres du côté correspondant. On obtient ce résultat cinq ou six fois sur dix, quand on irrite la portion inférieure du pédoncule, et deux ou trois fois sur dix quand l'irritation porte sur l'extrémité supérieure ; 3° lorsqu'on galvanise les masses de fibres qui, de la couronne radiée et des corps striés, se rendent aux pédoncules cérébraux, on observe assez souvent des mouvements des membres du côté que l'on irrite. Si l'on coupe transversalement ces parties, à droite ou à gauche, l'irritation mécanique ainsi produite met assez rarement les membres en mouvement ; mais, si cet effet a lieu, c'est fréquemment dans le côté correspondant à l'excitation ; 4° même la zone excitable de la surface cébrale donne lieu quelquefois, comme l'a déjà signalé M. Couty, à des mouvements du côté correspondant. Mais il y a plus : si, comme je l'ai constaté un très grand nombre de fois, on galvanise cette zone motrice après avoir coupé la moitié latérale du bulbe ou du pont de Varole, du côté de l'irritation, on trouve que les mouvements, loin de ne plus se produire dans les membres du côté opposé, s'y montrent, en général, avec plus d'énergie qu'avant la section des conducteurs, que l'on croit être les seuls capables de transmettre l'irritation de cette zone à ces membres.

» III. D'après les doctrines reçues, si l'on a coupé transversalement une moitié latérale de la moelle cervicale, au niveau de la seconde paire de nerfs, et si l'on irrite alors galvaniquement ou mécaniquement les diverses parties de l'encéphale, soit du côté correspondant, soit du côté opposé à celui de la lésion médullaire, il devrait, dans les deux cas, ne se produire aucun mouvement ou qu'un très faible mouvement dans les membres du côté de cette lésion. Or je trouve que les deux moitiés de l'encéphale sont capables d'agir avec énergie sur ces membres. En effet, suivant les parties alors irritées, suivant aussi les variations d'excitabilité qui se produisent pendant une série très nombreuse d'irritations sur un même animal, j'ai pu constater, dans des cas où j'avais coupé l'une ou l'autre moitié de la

moelle, les effets divers que voici : tantôt un mouvement bipède diagonal ou latéral, gauche ou droit, tantôt un mouvement de trois membres, tantôt, enfin, un mouvement des quatre membres. Une seule moitié de la moelle épinière peut donc suffire pour transmettre aux membres, des deux côtés du corps, les excitations causées mécaniquement ou galvaniquement dans l'une ou l'autre moitié de l'encéphale.

» IV. D'après les doctrines reçues, la section transversale des deux moitiés latérales de la base de l'encéphale, celle de l'une des moitiés, faite à la distance de $0^m,01$ ou plus de celle de l'autre, devrait détruire toute communication ou à peu près entre la moelle épinière et les parties de l'encéphale au-dessus de la section supérieure, de telle façon que toute irritation galvanique ou mécanique de cette partie devrait ne produire aucun effet moteur sur les membres d'un côté ou de l'autre. Or, je trouve que non seulement les prétendus centres psycho-moteurs peuvent être alors capables, sous l'influence d'une excitation galvanique, d'agir comme à l'état normal, sur les membres, mais encore que les parties considérées comme motrices, depuis les corps opto-striés jusqu'au voisinage des sections, peuvent en général mettre les membres en mouvement, sous l'influence d'irritations galvaniques ou mécaniques, l'effet moteur ayant lieu alors, comme à l'état normal, le plus souvent du côté correspondant à celui de l'irritation.

» V. D'après l'analyse que j'ai faite de plus de 500 cas de convulsions unilatérales, à la suite de lésions diverses de l'encéphale, le même résultat général existe chez l'homme que chez les animaux : la base de l'encéphale et les parties motrices qui l'avoisinent, contrairement aux doctrines reçues, donnent lieu plus souvent à des convulsions du côté d'une irritation que du côté opposé. Les parties superficielles du cerveau (celles qui ne sont pas considérées comme motrices, de même que celles que l'on suppose être des centres moteurs) produisent surtout des convulsions croisées, mais toutes ces parties peuvent, sous l'influence d'une irritation, chez l'homme comme chez les animaux, produire des mouvements dans les membres du côté où existe l'irritation.

Conclusions. — 1° Il faut considérer comme ayant perdu toute valeur l'une des bases principales sur lesquelles sont fondées et la doctrine des centres psychomoteurs et la théorie généralement admise à l'égard des relations entre un côté de l'encéphale et le côté opposé du corps pour les mouvements volontaires et aussi pour les convulsions unilatérales; 2° il faut admettre que la zone excitomotrice de la surface cérébrale, ainsi que toutes

les parties excitables de l'encéphale, sont capables de mettre en mouvement les membres du côté correspondant, comme ceux du côté opposé, et qu'elles peuvent produire ces effets après la section transversale d'une moitié latérale du pont de Varole, du bulbe ou de la moelle cervicale, ou même après deux sections, l'une de la moitié droite, l'autre de la moitié gauche de la base de l'encéphale, à la condition qu'un certain intervalle existe entre ces deux sections. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de **M. Henneguy.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Aux mois de septembre et d'octobre 1881, et au mois de mars de cette année, j'ai exploré avec soin les vignes de la propriété de M. Laliman, au château de la Tourate, près Bordeaux. Un grand nombre de ceps y ont été couverts de galles pendant tout l'été dernier; j'espérais trouver facilement des œufs d'hiver sous leurs écorces : à mon grand étonnement, après de minutieuses recherches, je n'ai pu rencontrer qu'un seul œuf. Malgré cet échec, je ne doutai pas un instant qu'il n'y eût des œufs d'hiver sur ces vignes, et j'attendis avec impatience le moment de l'éclosion.

Le 16 avril dernier, en examinant les jeunes pousses de pieds de Clinton, sur lesquels j'avais passé de longues heures à explorer les écorces, j'ai constaté la présence de plusieurs petites galles, renfermant chacune un jeune Phylloxera sorti de l'œuf d'hiver, et facilement reconnaissable à la forme de ses antennes et à son long rostre. Quelques jours auparavant, j'avais trouvé de ces mêmes galles chez M. Delbruck, à Langoiran (Gironde); M. F. Coudray, qui a bien voulu se charger d'examiner de temps en temps les vignes de cette localité, m'écrit qu'il a trouvé de nouvelles jeunes galles sur les vignes américaines à la fin du mois d'avril.

» Il y avait donc des œufs d'hiver sur les vignes que j'avais explorées, mais je ne les avais pas vus. Ce fait n'a rien de surprenant. On sait combien est difficile la recherche des œufs d'hiver; ils sont pondus, ainsi que M. Balbiani et moi l'avons constaté récemment, aussi bien sur la souche que sur les sarments. Ce n'est qu'après avoir écorcé entièrement un cep, et après avoir examiné chaque fragment d'écorce à la loupe, ou même au microscope, qu'on peut savoir si ce cep portait ou non des œufs d'hiver. On ne peut donc pas conclure, d'après l'examen d'un certain nombre de

bouts de sarments, à la non-existence des œufs d'hiver, et il me semble que MM. Boiteau et Valéry-Mayet se sont hâtés un peu trop d'annoncer qu'il n'y avait pas eu de ces œufs, cette année, dans le Bordelais.

» En plaçant directement sur des vignes les jeunes Phylloxeras sortis d'œufs d'hiver récoltés dans les environs de Montpellier, j'ai pu constater, comme M. Balbiani l'avait fait en 1874, que les premières galles n'apparaissent qu'une dizaine de jours après l'éclosion. Immédiatement après sa sortie de l'œuf, le jeune animal mène une vie errante sur les feuilles et sur les sarments ; il ne se fixe sur une feuille qu'au bout d'un certain temps, pour former une petite galle, dans laquelle il fait sa première mue ; souvent le Phylloxera qui vient de muer quitte la galle pour aller en faire une autre sur la même feuille ou sur une feuille voisine ; quelquefois il disparaît ; il est probable que, dans ce cas, il descend sur les racines.

» Les galles que j'ai examinées à Langoiran le 8 avril, et à Bordeaux le 16, me permettent de présumer que c'est dans les premiers jours d'avril que l'éclosion de l'œuf d'hiver a commencé cette année dans le Bordelais, quinze jours environ plus tard que dans le Languedoc.

» Je n'ai pu trouver jusqu'à présent de galles sur les cépages français ; je vais continuer mes recherches à ce sujet. »

M. **Aubert** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'assainissement des casernes au moyen de l'acide sulfureux.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Compte rendu du banquet offert à M. *Chevreul*, en commémoration du cinquantième anniversaire de son élection comme membre de la Société nationale d'Agriculture de France » ;

2° Un Ouvrage en trois Volumes de M. *E. Moreau*, intitulé : « Histoire naturelle des Poissons de la France ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans ma première Communication sur ce sujet, j'ai établi le théorème suivant :

» *Considérons une équation aux dérivées partielles*

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = A\frac{\partial z}{\partial\rho} + B\frac{\partial z}{\partial\rho_1} + Cz, \tag{1}$$

où A, B, C *sont des fonctions quelconques de* ρ, ρ_1, *et supposons que l'on connaisse quatre solutions particulières de cette équation, liées par une relation homogène du second degré. On pourra toujours, en combinant linéairement ces solutions, ramener cette relation à la forme*

$$u^2 + v^2 + w^2 = p^2. \tag{2}$$

» *Cela posé, les équations*

$$x = \frac{u}{p}, \quad y = \frac{v}{p}, \quad z = \frac{w}{p}$$

définissent toujours un système sphérique orthogonal (A), *formé des lignes*

$$\rho = C, \quad \rho_1 = C_1.$$

De plus, si θ *désigne une solution nouvelle quelconque de l'équation* (1), *le plan*

$$uX + vY + wZ + \theta = 0$$

enveloppera, quand ρ *et* ρ_1 *prendront toutes les valeurs possibles, une surface dont les lignes de courbure auront pour image sphérique les courbes du système orthogonal* (A).

» Ce théorème est très fécond, et je vais montrer qu'il permet de déterminer, dans un nombre illimité de cas nouveaux, toutes les surfaces ayant une représentation sphérique donnée.

» Supposons, en effet, que l'équation aux dérivées partielles (1) appartienne à la classe, si nombreuse, de celles qui admettent quatre solutions particulières de la forme

$$z_1 = A_1B_1, \quad z_2 = A_1B_2, \quad z_3 = A_2B_1, \quad z_4 = A_2B_2,$$

où A_1, A_2 sont des fonctions d'*une seule variable*, solutions particulières

d'une même équation linéaire du second ordre, et B_1, B_2 des fonctions d'une autre variable, définies également par une équation linéaire du second ordre. Il est clair que les quatre solutions particulières précédentes sont liées par la relation du second degré

$$z_1 z_4 = z_2 z_3,$$

et l'on pourra, par conséquent, appliquer le théorème fondamental.

» Je considère, en particulier, l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = i[f(\alpha + i\beta) - \varphi(\alpha - i\beta)]z,$$

où i désigne $\sqrt{-1}$. Elle admet évidemment comme solution particulière le produit d'une fonction P de $\alpha + i\beta$ par une fonction Q de $\alpha - i\beta$, et, si l'on prend pour P_1, P_2 les intégrales de l'équation

$$(4) \qquad P'' = P[f(\alpha + i\beta) + m],$$

où m désigne une constante, et pour Q_1, Q_2 celles de l'équation

$$Q'' = Q[\varphi(\alpha - i\beta) + m],$$

on verra facilement que les quatre solutions suivantes de l'équation (3),

$$(5) \qquad \begin{cases} u = \ P_1 Q_2 + P_2 Q_1, & w = P_1 Q_1 - P_2 Q_2, \\ v = i(P_2 Q_1 - P_1 Q_2), & p = P_1 Q_1 + P_2 Q_2, \end{cases}$$

satisfont à la relation (2) et, par conséquent, définissent un système sphérique orthogonal. Si les fonctions f et φ sont imaginaires conjuguées, et si Q_1, Q_2 sont les solutions respectivement conjuguées à P_1, P_2, ce système sera réel, et il est aisé de voir qu'il sera isotherme. Un tel système est défini dès que l'on connaît la fonction $f + m$ et les solutions particulières P_1, P_2. Si l'on remplace P_1, P_2 par d'autres solutions de l'équation (4), on obtient les systèmes qui se déduisent du premier par des inversions. Nous dirons dans la suite que tous ces systèmes, qui jouent un rôle équivalent dans la question qui nous occupe, *correspondent* à l'équation linéaire

$$y'' = y[f(x) + m],$$

que l'on déduit de l'équation (4) en remplaçant $\alpha + i\beta$ par x.

» On peut ramener à la forme (3) une équation bien connue, et qui se présente soit en Géométrie, soit en Physique mathématique; c'est la sui-

vante :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = -\frac{m(m+1)}{(\rho-\rho_1)^2}z.$$

Elle offre un réel intérêt au point de vue de l'histoire de la Science. Son intégration, donnée par Euler pour m entier, a mis pour la première fois en évidence ce fait que l'intégrale générale d'une équation du second ordre peut contenir des fonctions arbitraires, entrant avec leurs dérivées jusqu'à un ordre quelconque. Poisson en a donné, pour toutes les valeurs de m, une intégrale où les fonctions arbitraires entrent sous le signe de l'intégration définie. Si l'on y remplace ρ par une fonction A d'une nouvelle variable α, et ρ_1 par une fonction B d'une nouvelle variable β, elle prend la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = -\frac{m(m+1)\mathrm{A}'\mathrm{B}'}{(\mathrm{A}-\mathrm{B})^2}z.$$

En cherchant si l'on peut ramener cette dernière équation à la forme (3), nous sommes conduit à un problème qui se présente sous une autre forme dans la Géométrie de la sphère, et dont on obtient les trois solutions suivantes :

1° $\mathrm{A} = \alpha^2,\qquad \mathrm{B} = -\beta^2,\qquad f(x) = \frac{m(m+1)}{x^2},$

2° $\mathrm{A} = \sin^2\alpha,\qquad \mathrm{B} = \sin^2 i\beta,\qquad f(x) = \frac{m(m+1)}{\sin^2 x},$

3° $\mathrm{A} = \mathrm{sn}^2(\alpha + i\mathrm{K}'),\qquad \mathrm{B} = \mathrm{sn}^2 i\beta,\qquad f(x) = m(m+1)k^2\,\mathrm{sn}^2 x,$

la dernière comprenant les précédentes comme cas limites. La conclusion de cette recherche est donc la suivante :

» *On saura trouver toutes les surfaces ayant pour représentation sphérique les systèmes isothermes correspondant aux trois équations*

$$y'' = y\left[\frac{m(m+1)}{x^2} - h^2\right],$$

$$y'' = y\left[\frac{m(m+1)}{\sin^2 x} - h^2\right],$$

$$y'' = y[m(m+1)k^2\,\mathrm{sn}^2 x + h],$$

dont la dernière est l'équation de Lamé. Les formules d'intégration définissant la surface ne contiendront les fonctions arbitraires sous aucun signe d'intégration définie, tant que m sera entier.

» Cette proposition comprend tout ce que l'on sait relativement aux surfaces à lignes de courbure planes, à celles dont la représentation est

formée d'ellipses sphériques orthogonales, etc. On trouve une infinité de surfaces algébriques dont les lignes de courbure sont algébriques.

» Il me reste à montrer comment on peut étendre les résultats précédents à des systèmes isothermes, contenant des constantes dont le nombre croîtra indéfiniment. »

HYDROGRAPHIE. — *Sur les marées de l'île Campbell.* Mémoire de M. **Bouquet de la Grye**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

« Pendant le séjour de la Mission envoyée par l'Académie et par la Marine à l'île Campbell, un marégraphe fut installé dans l'anse de Kervenus, et ses indications furent recueillies pendant quatre-vingts jours, malgré les accidents provoqués par plusieurs coups de vent.

» Les courbes tracées sur les feuilles ont été dépouillées, et la mise en équations des chiffres provenant de ce dépouillement a permis d'étudier les actions luni-solaires et atmosphériques sur la hauteur de la mer.

» L'onde mensuelle lunaire peut être représentée par la formule

$$\begin{aligned} i^3 [&- 77 \cos 4 \mathcal{D} - 2 \sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}') \\ &+ 8 \cos(\mathcal{A} - \mathcal{A}') - 22 \sin 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + 62 \cos 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}')], \end{aligned}$$

en désignant par i, $\mathcal{D}$, $\mathcal{A}$ les coordonnées ordinaires de la Lune, et en accentuant celles du Soleil. L'onde annuelle solaire est

$$i'^3 (- 7 \cos 8 \mathcal{D}' - 86 \sin 2 \odot).$$

» D'un autre côté, comme la hauteur de la mer est à la fois influencée par la vitesse et par la direction du vent, et aussi par la pression de l'atmosphère, les mêmes équations ont donné 16,6 pour le coefficient relatif à la hauteur barométrique et $v(- 6 \sin \psi + 20 \cos \psi)$ pour les termes relatifs au vent. Tous ces coefficients sont exprimés en millimètres; celui de $\cos \psi$, qui est considérable, tient à la forme de la baie de Persévérance, ouverte aux vents d'Est-Sud-Est.

» L'introduction de la pression barométrique dans la formule a permis d'étudier l'influence de l'âge de la Lune sur la hauteur barométrique : j'ai obtenu un résultat analogue à celui que j'avais indiqué pour Brest en 1879; c'est-à-dire que les maxima de pression se trouvent en quadratures et les minima en syzygies. Mais la différence de hauteur de la colonne baromé-

trique, exprimée en eau, est de 300^{mm} au lieu de 22^{mm}. Telle est l'influence de la latitude, et surtout celle d'un climat absolument marin, ce qui vient encore à l'appui du choix que j'avais fait de Brest pour l'étude des lois atmosphériques dans l'hémisphère boréal.

» La recherche des ondes à courte période a été faite en décomposant le tracé de chaque jour maréaire (intervalle compris entre le retour diurne de la hauteur au plan moyen) en vingt-quatre parties égales.

» Ce nombre est suffisant pour une marée d'une amplitude moyenne de 1^{m}. L'équation générale qui donne ces ondes est

$$y = k + d\cos(\mu x - \lambda) + m\cos 2(\mu x - \gamma) + d'\cos 3(\mu x - \lambda') + \ldots;$$

en la développant et en remplaçant μx par $\frac{\pi}{12} \times 1, 2, 3, \ldots, 23$, et en faisant ensuite la résolution de ces équations par rapport aux divers coefficients des fonctions trigonométriques, ce qui s'opère par simple addition avec une seule substitution, on a les formules suivantes, bien faciles à calculer par sommation :

$$\begin{aligned}
q &= d\cos\lambda &&= 0{,}0706(S_0^4 - S_8^{16} + S_{20}^{23}) + 0{,}01(S_0^1 - S_3^5 + S_7^9 - S_{11}^{13} + S_{15}^{17} - S_{19}^{21} + S_{23}),\\
q' &= d'\cos 3\lambda' &&= 0{,}069\ (S_0^1 - S_3^5 + S_7^9 - S_{11}^{13} + S_{15}^{17} + S_{19}^{21} + S_{23}),\\
u &= m\cos 2\gamma &&= 0{,}0669(S_0^2 - S_4^8 + S_{10}^{14} - S_{16}^{20} + S_{22}^{23}),\\
u' &= m'\cos 4\gamma' &&= 0{,}0625(S_0^1 - S_2^4 + S_5^7 - S_8^{10} + S_{11}^{13} - S_{14}^{16} + S_{17}^{19} - S_{20}^{22} + S_{23}),\\
z &= d\sin\lambda &&= 0{,}0706(S_2^{10} - S_{14}^{22}) - 0{,}01(S_1^3 - S_5^7 + S_9^{11} - S_{13}^{15} + S_{17}^{19} - S_{21}^{23}),\\
z' &= d'\sin 3\lambda' &&= 0{,}069\ (S_1^3 - S_5^7 + S_9^{11} - S_{13}^{15} + S_{17}^{19} - S_{23}^{23}),\\
v &= m\sin 2\gamma &&= 0{,}0669(S_1^5 - S_7^{11} + S_{10}^{17} - S_{19}^{23}),\\
v' &= m'\sin 4\gamma' &&= 0{,}072\ (S_1^2 - S_4^5 + S_7^8 - S_{10}^{11} + S_{13}^{14} - S_{16}^{17} + S_{19}^{20} - S_{22}^{23}),\\
k &= 0{,}04166\,S_0^{23}.
\end{aligned}$$

» En répétant une seconde fois l'opération qui a conduit à ces formules, après avoir introduit dans chacun des coefficients une variation proportionnelle au temps, c'est-à-dire en cherchant à tenir compte du mouvement des astres pendant la durée du jour maréaire, on arrive à rapporter toutes les observations au milieu de l'intervalle, c'est-à-dire au lever moyen de l'onde totale.

» En désignant par Δ le signe de la différence entre les coefficients obtenus pour deux jours consécutifs, et en mettant un trait au-dessus des

termes définitifs, on a ([1])

$$\overline{d\cos\lambda} = d\cos\lambda + 0{,}038\Delta_{q+q'+u+u'} + 0{,}069\Delta_r + 0{,}088\Delta_{r'} + 0{,}146\Delta_v + 0{,}093\Delta_{v'},$$
$$\overline{d'\cos3\lambda'} = d'\cos3\lambda' + 0{,}034\Delta_{q+q'+u+u'} - 0{,}040\Delta_r + 0{,}024\Delta_{r'} - 0{,}129\Delta_v + 0{,}178\Delta_{v'},$$
$$\overline{m\cos2\gamma} = m\cos2\gamma + 0{,}044\Delta_{q+q'+u+u'} - 0{,}103\Delta_r + 0{,}206\Delta_{r'} + 0{,}038\Delta_v + 0{,}114\Delta_{v'},$$
$$\overline{m'\cos4\gamma'} = m'\cos4\gamma' + 0{,}031\Delta_{q+q'+u+u'} - 0{,}022\Delta_r - 0{,}138\Delta_{r'} - 0{,}054\Delta_v + 0{,}18\Delta_{v'},$$

$$\overline{d\sin\lambda} = d\sin\lambda + 0{,}104\Delta_q - 0{,}060\Delta_{q'} - 0{,}117\Delta_u - 0{,}016\Delta_{u'},$$
$$\overline{d'\sin3\lambda'} = d'\sin3\lambda' + 0{,}116\Delta_q + 0{,}024\Delta_{q'} + 0{,}155\Delta_u - 0{,}138\Delta_{u'},$$
$$\overline{m\sin2\gamma} = m\sin2\gamma + 0{,}214\Delta_q - 0{,}122\Delta_{q'} + 0{,}043\Delta_u - 0{,}027\Delta_{u'},$$
$$\overline{m'\sin4\gamma'} = m'\sin4\gamma' + 0{,}077\Delta_q + 0{,}174\Delta_{q'} + 0{,}098\Delta_u - 0{,}070\Delta_{u'},$$
$$\overline{k} = k + 0{,}021\Delta_{q+q'+u+u'} + 0{,}158\Delta_r + 0{,}0503\Delta_{r'} + 0{,}078\Delta_v + 0{,}036\Delta_{v'}.$$

» On peut, après avoir calculé ces valeurs $\overline{m\cos2\gamma}$, $\overline{m\sin2\gamma}$, ..., pour chaque jour, former des équations de condition dans lesquelles entreront les coordonnées des astres; la résolution de ces équations, au nombre de plusieurs centaines, par la méthode de Cauchy modifiée, conduit aux coefficients des actions luni-solaires. C'est en opérant ainsi que j'ai trouvé pour l'équation des ondes semi-diurnes

$$\begin{aligned} y = {} & \cos2x[-201{,}5 + 335 i^3\cos^2\text{Ⓓ}\cos2(\varphi + 29^\circ{,}5)] \\ & + \sin x[-12 + 495 i^3\cos^2\text{Ⓓ}\cos2(\varphi - 0^\circ{,}37) \\ & \qquad - 97 i'^3\cos^2\text{Ⓓ}'\sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}' - \varphi - 6^\circ{,}66)], \end{aligned}$$

dans laquelle φ peut être remplacé par $13^\circ\sin2(\mathcal{A} - \mathcal{A}')$. L'onde diurne a pour équation

$$\begin{aligned} y = {} & \cos x[5 - 53 i^3\sin2(\varphi + 84^\circ)\sin2(\text{Ⓓ} + 44^\circ) \\ & \qquad + 34 i'^3\cos2\text{Ⓓ}'\sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}' - \varphi + 146^\circ)] \\ & + \sin x[52 - 62 i^3\sin2(\varphi + 51^\circ)\sin2(\text{Ⓓ} + 62^\circ) \\ & \qquad + 27 i'^3\cos2\text{Ⓓ}'\sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}' - \varphi + 48^\circ)]. \end{aligned}$$

» Les ondes, tiers-diurnes et quart-diurnes sont insignifiantes. Au moyen de ces formules, on peut chercher le retard de la marée, c'est-à-dire l'intervalle compris entre l'action des astres et l'effet produit. En tenant compte de la manière dont les équations de condition ont été calculées ([2]), on trouve, au moyen de celle des ondes semi-diurnes, un retard de

([1]) M. Chazallon est arrivé à des équations presque identiques à ces dernières équations, en passant par des calculs très compliqués; j'ai tenu à conserver les mêmes notations que lui (voir *Annales hydrographiques*; 1852).

([2]) Les ondes diurnes et mensuelles ont été calculées en partant d'un retard nul.

$23^h 52^m$; au moyen de l'équation de l'onde diurne un retard de 23^h, et enfin au moyen de l'équation semi-mensuelle, 28^h. Le chiffre de 24^h doit être adopté, car il s'accorde avec les résultats obtenus directement par la recherche des maxima de *m*, et aussi parce que le transport de l'onde marée, entre les mers australes et Brest, étant d'environ 14^h, on a pour retard de la marée dans ce dernier port : 36^h, d'après Laplace, et $40^h 42^m$ d'après M. Chazallon.

» Le Mémoire se termine par un examen des ondes accidentelles et par les formules relatives aux ondes semi-diurnes atmosphériques.

» En résumé, la nouvelle méthode, que j'emploie ici pour la seconde fois, fournit des résultats qui me semblent d'autant plus dignes d'appeler l'attention que la durée des observations a été plus limitée. Ceci doit engager les hydrographes à multiplier les observations pour arriver à la synthèse des actions luni-solaires sur les mouvements de la mer. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur la vitesse de la lumière, à l'occasion de deux Mémoires de lord Rayleigh.* Note de M. **Gouy**.

« J'ai annoncé antérieurement ([1]) que la vitesse de la lumière, ou *vitesse de transport de l'intensité lumineuse*, telle qu'on la mesure par les méthodes directes qui mettent en jeu des rayons d'intensité variable (roue dentée, satellites de Jupiter, etc.), est donnée, en fonction de la période vibratoire T et de la longueur d'onde λ dans le milieu considéré, par la formule $\frac{d\frac{1}{T}}{d\frac{1}{\lambda}}$; et, par suite, que cette vitesse n'est pas égale, dans les milieux doués de dispersion, à la vitesse individuelle des ondes, qui est nécessairement égale à $\frac{\lambda}{T}$.

» Plus récemment, lord Rayleigh a publié les résultats de ses recherches sur ce sujet, qui l'ont amené aux mêmes conclusions et à la même formule ([2]). Le savant physicien de Cambridge paraît d'ailleurs être arrivé à

([1]) *Comptes rendus*, 29 novembre 1880 et 3 janvier 1881.

([2]) *Nature*, 25 août et 17 novembre 1881. Voir aussi une lettre de M. W.-H. Macaulay (*Nature*, 13 octobre 1881) et un Mémoire de M. W. Harkness sur la parallaxe du Soleil (*American Journal*, XXII, et *Annales de Chimie et de Physique*, mars 1882).

Pour éviter toute confusion, il est bon de remarquer que ces auteurs appellent *vitesse de la lumière* la vitesse individuelle des ondes, et désignent sous le nom de *vitesse du groupe d'ondes* la vitesse de transport de l'intensité lumineuse. On trouvera sans doute préférable

ces résultats d'une manière indépendante et sans avoir eu connaissance des publications que je viens de rappeler.

» Toutefois, j'ai cru devoir continuer à m'occuper de cette question, car, ni dans ces Mémoires, ni dans les deux Notes que je viens de rappeler, et qui ne contiennent qu'un court résumé, on ne trouve les développements qu'elle paraît comporter. Il ne suffit pas en effet, pour la résoudre d'une manière rigoureuse, de considérer quelques mouvements simples, ou même une certaine catégorie de mouvements vibratoires, car on pourrait encore objecter que ces mouvements jouissent peut-être de propriétés exceptionnelles, et qu'il n'en est pas de même de ceux qui constituent les rayons lumineux réels.

» Supposons formées les équations du mouvement lumineux correspondant à des conditions initiales données, au moyen des intégrales simples des équations différentielles des petits mouvements du milieu optique. Si l'on regarde ces conditions initiales comme arbitraires, on aura les équations générales qu'il s'agira de discuter. Il est évidemment indispensable de rechercher tout d'abord quels sont les caractères que doivent présenter les équations du mouvement lumineux pour que la lumière soit *homogène* ou *sensiblement homogène*, c'est-à-dire pour qu'elle ne se disperse pas, ou seulement d'une manière insensible, quand on l'analyse au moyen d'un prisme ou d'un réseau. Ce problème une fois résolu, on pourra alors revenir aux équations générales, et déterminer en toute certitude les propriétés et le mode de propagation des rayons sensiblement homogènes, ce qui pourra suffire dans les applications.

» Telle est, semble-t-il, la marche naturelle de la démonstration. On trouve ainsi que, pour des rayons sensiblement homogènes, l'intensité lumineuse est exprimée par une fonction de la forme $f(x - Vt)$, l'axe des x étant parallèle aux rayons, t désignant le temps et V la fonction de T et de λ que j'ai rappelée au début de cette Note. Ainsi, pour de tels rayons, V est la vitesse de la lumière. C'est là d'ailleurs une loi-limite qui subit diverses perturbations quand le mouvement lumineux s'éloigne sensiblement de l'homogénéité.

» Cette recherche conduit aussi à quelques résultats relatifs à l'homogénéité de la lumière, dont le plus intéressant est celui-ci : La lumière *parfaitement homogène* est nécessairement formée d'une suite indéfinie d'ondes égales, sans perturbations ni irrégularités d'aucune sorte. C'est

---

de réserver pour cette dernière quantité le nom de *vitesse de la lumière*, en laissant ainsi à cette expression le sens qu'elle a toujours eu, en dehors de toute idée théorique.

donc une abstraction fort utile à considérer pour simplifier les théories et dont l'emploi est le plus souvent très légitime, mais qui ne peut se trouver réalisée, dans les conditions expérimentales, que d'une manière plus ou moins approchée; résultat bien d'accord avec les progrès récents de l'analyse spectrale. Je dois me borner ici à ces courtes indications; on trourera quelques développements dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*. »

PHYSIQUE. — *Sur la dépression du point zéro, dans les thermomètres à mercure.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« C'est un fait bien connu qu'un thermomètre qui est resté longtemps à la température ordinaire présente une dépression de son point zéro quand on le chauffe; la valeur de la dépression dépend de la température à laquelle on porte le thermomètre, et M. Pernet a démontré que les dépressions sont proportionnelles aux carrés des températures, quand on chauffe de 0° à 100° environ. Pour les températures plus élevées, M. Mills a trouvé une marche très différente; il n'indique pas tous les détails qui seraient nécessaires pour pouvoir critiquer utilement ses données, et je me bornerai à dire que les chiffres de cet auteur ressemblent à ceux que l'on obtient avec les thermomètres qui n'ont pas subi une préparation convenable, et que la méthode d'expérimentation que je désire présenter à l'appréciation de l'Académie conduit à des résultats très différents.

» Avant de mesurer les dépressions produites par un réchauffement, il faut s'assurer de deux choses : 1° que le point de départ est le zéro relevé au maximum, et 2° que le phénomène que l'on veut observer n'est pas masqué par un autre, celui de l'élévation permanente du zéro, qui peut avoir lieu en même temps que la dépression. J'ai constaté que ce dernier effet est produit invariablement quand on chauffe, même pendant quelques minutes, un thermomètre qui n'a pas été préalablement chauffé longtemps à une température voisine de celle de l'expérience. On réussit à supprimer ce mouvement par des procédés d'échauffement préliminaires qui seront décrits plus loin, et l'on doit répéter chaque série de dépressions et de relèvements, afin de s'assurer qu'aucun déplacement permanent du zéro n'a eu lieu. Supposons cette préparation achevée : on a chauffé le thermomètre au plus haut degré de température employé dans les expériences, 355° par exemple; on a observé la position du zéro, on a soumis le thermomètre à une série quelconque d'opérations, et, en chauffant de nouveau à 355°, on a retrouvé la position primitive du zéro; il reste à faire monter ce zéro

déprimé à sa position la plus élevée. On peut garder indéfiniment un thermomètre à la température ordinaire, on peut même le chauffer plusieurs semaines à 100°, sans produire le relèvement total du zéro, et l'étude détaillée des moyens qui facilitent ce mouvement a fait trouver des faits nouveaux, qui ont quelque importance, eu égard aux vues théoriques dont il a été question dans des Communications précédentes.

» Je répéterai très brièvement l'explication qui semble le mieux rendre compte de tous les mouvement des points fixes d'un thermomètre : le verre, ramolli pendant le soufflage, garde indéfiniment, à la température ordinaire, un reste d'écartement de ses particules, semblable à celui que l'on observe à un degré exagéré dans les larmes bataviques; en chauffant un tel verre, on donne une plus grande mobilité à ses particules, et on provoque le rétrécissement normal (disparition de l'écartement anormal), et cette action de la chaleur est d'autant plus prononcée que l'on approche de la température qui a produit l'effet primitif d'écartement. Quand on opère avec un thermomètre, le rétrécissement cause une élévation permanente du point zéro, qui peut atteindre le chiffre très considérable de 26°. Il est évident que, si l'on peut produire à volonté un écartement de même nature, quoique inférieur en amplitude, le faire persister indéfiniment à la température ordinaire, et le faire disparaître en chauffant, on fortifie notablement cette manière de comprendre le phénomène. L'expérience réalise cette prévision. En effet, il suffit de connaître la vraie dépression du zéro, produite en faisant bouillir le mercure dans un thermomètre, pour reconnaître qu'elle persiste indéfiniment à la température ordinaire. La dépression est d'environ 2° pour le verre à oxyde de plomb français, le relèvement après les six premiers mois est de 0°,4 à 0°,5, l'élévation subséquente pendant cinq à dix ans dépasse rarement 0°,5, et après dix ans le zéro reste stationnaire, laissant subsister la moitié de la dépression, dont le relèvement total, égalant un degré additionnel, peut être effectué par des moyens convenables. Cette conclusion a été confirmée par de nombreuses expériences sur les dépressions produites à des températures différentes; c'est surtout en chauffant à des températures élevées que l'on produit des dépressions qui ne disparaissent pas. Ce phénomène ressemble à celui qui laisse subsister une dilatation permanente d'un corps quand la limite d'élasticité a été dépassée.

» Le relèvement total, après une dépression du zéro, s'achève plus rapidement à de hautes températures. Comparons les périodes de temps, quand les intervalles de température restent à peu près égaux : cinq thermomètres, après avoir été chauffés pendant vingt-quatre heures à 306°, furent

maintenus à 218° jusqu'à ce que la position du zéro fût devenue constante. Il a fallu pour cela quatre jours. Ensuite on a fait relever le zéro déprimé à 218°, en chauffant pendant dix-huit jours à 100°. Il faut de six mois à deux ans pour le relèvement total du zéro déprimé à 100°, quand on laisse le thermomètre à la température ordinaire. La fin du relèvement étant la limite du ralentissement d'un mouvement, il est évident qu'on ne peut pas la préciser exactement, et c'est surtout en comparant la marche à ses différentes phases, pour chaque intervalle, qu'on se fait une idée exacte de la variation de rapidité de l'élévation suivant la température à laquelle on opère. Quand les intervalles sont plus petits, le relèvement est plus rapide encore; ainsi on a pu produire de $\frac{8}{10}$ à $\frac{9}{10}$ du relèvement total du zéro déprimé à 100°, en chauffant le thermomètre pendant trois jours à 80°, quatre jours à 60° et cinq jours à 40°.

» On voit que, plus l'intervalle est grand entre la température qui a produit une dépression et celle à laquelle on maintient le thermomètre pour accomplir le relèvement, plus le mouvement est lent, et il peut être incomplet si l'intervalle dépasse notablement 100°. On a utilisé ces données de la manière suivante pour préparer des thermomètres à l'étude des véritables dépressions du zéro. Afin de faire disparaître la tension anormale produite pendant le soufflage du verre, les instruments n°s 1 et 5 furent chauffés onze jours à 355°; n°s 13 et 15 furent chauffés trois ans à 206° et 266°; n°s 31 et 32, avant d'être remplis de mercure, furent chauffés cent heures à 440°, et refroidis aussi graduellement que possible pendant cent heures, et finalement tous furent chauffés un jour à 306° et les points zéro observés. Pour faire relever entièrement le zéro de sa position déprimée par l'échauffement à 306°, on a chauffé tous les thermomètres quatre jours à 218°, dix-huit jours à 100°, cinq jours à 80°, sept jours à 60°, six jours à 40°, neuf jours à 20°, trois jours à 10° et deux jours à zéro.

» On ne peut citer ici qu'une seule série d'expériences, résumées dans le tableau suivant. La première colonne indique les numéros des thermomètres; celles qui suivent donnent les dépressions correspondant avec les températures indiquées au haut du tableau :

Températures.	40°.	60°.	80°.	100°.	160°.	218°.	260°.	306°.	355°.
1........	0,00	0,06	0,19	0,31	0,74	1,12	1,33	1,63	2,19
5........	0,04	0,08	0,18	0,29	0,56	0,76	0,91	1,14	1,51
13........	0,02	0,03	0,17	0,31	0,69	0,87	1,09	1,30	2,15
15........	0,01	0,05	0,18	0,31	0,75	0,97	1,12	1,40	2,05
31........	0,02	0,06	0,22	0,37	0,84	1,15	1,46	1,77	
32........				0,28	0,69	0,98	1,21	1,56	2,06

» En laissant de côté le thermomètre n° 5, qui est en verre de soude allemand, les chiffres pour tous les autres instruments, qui sont en verre à oxyde de plomb, sont assez concordants pour que le tableau puisse servir pour estimer, avec une très petite erreur, les dépressions qui seront produites en chauffant les thermomètres fabriqués à Paris. On pourrait exprimer par une formule générale la relation entre les températures et les dépressions, mais une simple interpolation suffit aux besoins pratiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation des électrodes et sur la conductibilité des liquides.* Note de M. É. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« Dans une Note antérieure [1], j'ai indiqué comment on peut mesurer séparément la polarisation des électrodes et la conductibilité des liquides. Je vais exposer aujourd'hui les principaux résultats de l'application de cette méthode au cas des mélanges.

» Le liquide sur lequel on veut opérer est contenu dans une cuve rectangulaire aux deux extrémités de laquelle se trouvent des électrodes A et B, de même largeur que la cuve et vernies sur leur face postérieure. Deux fils parasites m et n, recouverts d'une enveloppe isolante, sauf à leur extrémité, plongent dans le liquide. Chaque détermination comprend : 1° la mesure de la différence de potentiel aux deux extrémités d'une résistance métallique connue, comprise dans le circuit, d'où l'on déduit l'intensité du courant ; 2° la mesure de la différence de potentiel entre les fils parasites, d'où l'on déduit la conductibilité du liquide ; 3° la mesure de la différence de potentiel entre l'un des fils parasites et l'électrode la plus rapprochée, d'où l'on déduit la polarisation de cette électrode. J'ai étudié principalement le cas où l'un des éléments du mélange est un sel de cuivre et où l'électrolyse s'accomplit entre des électrodes de cuivre.

» Des expériences antérieures m'avaient appris que, quand le sulfate ou le nitrate de cuivre sont mêlés, soit à l'eau acidulée, soit à un sel d'un métal plus oxydable, l'électrolyse produite par les courants de très faible intensité donne toujours un dépôt brillant et très adhérent de cuivre ; mais pour une densité [2] du courant d'autant plus faible que la liqueur est plus étendue et la matière étrangère en plus forte proportion, au dépôt métal-

---

(1) Voir p. 1243 de ce Volume.

(2) J'appelle *densité* l'intensité du courant rapportée à l'unité de surface de l'électrode.

lique succède brusquement un dépôt sans adhérence, rouge ou noir. En même temps, on peut constater, à l'aide d'un thermomètre électrode, un dégagement de chaleur parasite dont l'électrode négative est le siège et qui persiste avec les courants plus forts.

» L'étude de la conductibilité et des polarisations établit :

» 1° Que la conductibilité du liquide demeure constante [1] malgré la variété des réactions électrolytiques dont les électrodes peuvent devenir le siège;

» 2° Que cette conductibilité est toujours très supérieure à celle que posséderait individuellement la dissolution de l'un quelconque des éléments du mélange au degré de dilution où il existe dans la liqueur; que, par suite, les molécules de chacun des sels mêlés prennent part au transport de l'électricité, alors même qu'un seul des métaux se dépose à l'électrode négative;

» 3° Que la polarisation de l'électrode positive est en général négligeable;

» 4° Que la polarisation de l'électrode négative, très faible pour les courants de médiocre densité, croît rapidement en deçà et au delà de la densité particulière qui fait apparaître le dépôt brun, et tend, pour chaque mélange, vers une limite déterminée. On aura une évaluation par excès de cette limite, en admettant que, pour une densité du courant suffisante, le sel, dont la décomposition exige le plus de chaleur (entre les électrodes employées), est seul électrolysé. Ainsi, dans un mélange de sulfate de cuivre et de zinc placé entre des électrodes de cuivre, la décomposition du sulfate de zinc seul produirait une force électromotrice de polarisation de 1^{dll}; dans un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de soude entre les mêmes électrodes, la décomposition du sulfate de soude seul [2] en produirait une d'environ $\frac{4}{3}$ de daniell. Ces nombres coïncident respectivement avec le maximum de la polarisation observée dans les mélanges les plus pauvres en sulfate de cuivre.

» Le mécanisme du dégagement de chaleur parasite accompagnant la polarisation est facile à interpréter. Soit, par exemple, un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc. Dès que le zinc commence à se déposer, il

---

(1) En réalité, elle croît un peu, par suite d'un échauffement inévitable avec les courants très intenses.

(2) En acide sulfurique et soude, avec dégagement d'hydrogène au pôle négatif et formation de sulfate de cuivre au pôle positif.

forme, avec le cuivre, une série de couples locaux dans lesquels le zinc est l'élément attaquable. Ce métal se redissout en précipitant une quantité de cuivre équivalente, et la chaleur correspondante se dégage tout entière dans le circuit des couples locaux, c'est-à-dire à la surface même de l'électrode. Ces courants locaux, entre des points inégalement polarisés de l'électrode, paraissent jouer un rôle considérable dans la limitation de la polarisation, pour chaque valeur particulière de la densité du courant. La diffusion des produits de l'électrolyse quand ils sont gazeux, et celle qui s'exécute entre les couches inégalement concentrées de l'électrolyte, jouent peut-être un rôle encore plus important. C'est un point sur lequel je compte revenir prochainement.

» Je termine par une observation importante. Mes expériences, d'accord avec toutes les observations antérieures sur l'électrolyse des mélanges, établissent que *la réaction électrolytique qui apparaît aux électrodes pour de faibles densités du courant absorbe toujours moins de chaleur que celles qui lui succèdent pour des densités plus fortes*. Cette extension au cas des mélanges de la belle loi énoncée par M. Berthelot pour le cas des électrolytes simples trouvera sa confirmation dans le tableau suivant. D'après Wiedemann ([1]), si l'on forme une solution mixte de deux métaux quelconques appartenant à la liste suivante : zinc, cadmium, plomb, cuivre, argent, or, le métal qui suit dans la liste se dépose à l'exclusion de celui qui précède. Mes expériences établissent d'ailleurs que l'électrolyse du sel du premier métal apparaîtra à son tour pour une densité de courant suffisante. Voici le tableau des quantités de chaleur correspondant à la formation des principaux sels de ces métaux à partir de l'oxygène, de l'acide sulfurique ou nitrique et du métal ([2]), ou à partir du chlore et du métal :

Métaux.	Nitrates.	Sulfates.	Chlorures.
Zinc.................	51,6	53,5	56,4
Cadmium.............	43,3	45,1	48,1
Plomb...............	34,4	»	»
Cuivre..............	26,5	28,2	31,3
Argent..............	8,7	10,7	»
Or..................	»	»	27,3

([1]) *Galvanismus*, t. Ier, p. 563.

([2]) D'après les chaleurs d'oxydation, de chloruration et de combinaison des acides nitrique et sulfurique avec les bases, données par M. Berthelot dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, p. 596, 600 et 618; 1882.

» L'ordre dans lequel sont rangés les métaux est précisément celui des chaleurs de formation ainsi calculées ([1]). »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Des variations magnétiques des tiges aimantées pendant les orages*. Note de M. G. DE LALAGADE.

« L'influence des orages sur l'aiguille aimantée est généralement trop instantanée et trop faible pour faire dévier l'aiguille aimantée la mieux suspendue. J'écarte le cas où la foudre passerait dans le voisinage d'une boussole, et je me place dans les conditions ordinaires où se trouvent les barreaux aimantés en temps d'orage, c'est-à-dire éloignés des nuages où éclate la foudre.

» Depuis plusieurs mois, cherchant à vérifier si réellement l'activité solaire influait sur le magnétisme terrestre, et surtout cherchant à percevoir les variations brusques qui pourraient se produire, j'imaginai, pour suppléer à l'inertie de l'aiguille de déclinaison, divers appareils plus sensibles. Ainsi, au bout d'une tige d'acier aimantée, je disposai une mince membrane de fer, montée de la même manière que celle du téléphone; toute variation magnétique de la longue tige d'acier devait influencer directement la plaque de fer et lui faire rendre un son. Cet appareil me servit à d'autres expériences.

» En effet, dans la soirée du 6 avril, un orage éclata; c'était le premier de l'année. J'eus l'idée d'écouter au bout de la tige. Je constatai que, à chaque éclair, la membrane de fer faisait entendre un petit coup sec, très faible il est vrai, mais cependant assez sensible. L'orage fut de courte durée, et, malgré toute mon attention, je ne perçus plus rien dès que l'orage fut un peu éloigné.

» Je m'empressai de construire un appareil plus sensible et, en tous cas, plus commode; je pensai faire réagir ces variations magnétiques de la tige, produites au moment de l'éclair, sur les circuits de plusieurs petites bobines couvertes de fil fin, et de diriger dans un téléphone les courants induits qui se produiraient.

» Pour cela, sur la terrasse d'une tour élevée d'environ 20^{m}, je plaçai deux montants de bois supportant un petit toit en toile imperméable ; en dessous, je disposai horizontalement douze tiges d'acier aimantées de 7^{mm} de diamètre et de 2^{m} de longueur. Chacune était recouverte à son extré-

---

([1]) Ce travail a été exécuté au Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

mité, sur un cinquième de sa longueur, de douze petites bobines revêtues de fil fin; chaque bout du fil des bobines, enroulées dans le même sens, venait se réunir à un même conducteur, afin de recueillir, de grouper tous les courants produits sans augmenter la résistance totale de l'appareil. Les deux conducteurs qui recueillaient les courants des bobines venaient s'attacher à une paire de téléphones placée sous un autre abri.

» Le 24 avril, dans la soirée, le temps devint subitement orageux du côté de l'ouest; je me rendis aussitôt sur la terrasse de la tour, je dirigeai toutes mes tiges parallèlement à l'horizon d'où venait l'orage. Non seulement à chaque éclair correspondait un bruit sec, mais avant les éclairs, qui étaient rapidement suivis du tonnerre, j'entendais un léger bruissement, suivi du claquement caractéristique qui accompagnait l'éclair. Comme dans ma première expérience du 6 avril, malgré toute mon attention, je ne perçus plus rien dès que l'orage fut à une certaine distance.

» Après les deux expériences que je viens de citer, il me semble possible d'affirmer que la foudre, même éloignée, a une action réelle sur le magnétisme des aiguilles aimantées, cette influence n'étant pas assez forte ou étant trop rapide, dans les conditions ordinaires, pour être indiquée par l'aiguille des boussoles.

» Je terminerai en exprimant le désir de voir employer un appareil du genre que j'ai décrit dans ma deuxième expérience, dans les études simultanées que l'on va entreprendre dans les régions polaires. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une ascension aérostatique exécutée à Paris le 7 mai* 1882. Note de M. **J. Éloy**.

« Sachant combien l'Académie des Sciences s'intéresse aux observations aérostatiques, je prends la liberté de vous adresser quelques détails sur celles qui ont été exécutées, le 7 mai, à bord du ballon l'*Augustine*, où je me trouvais avec MM. Brunet et Lachambre.

» Nous sommes partis de l'usine à gaz de la Villette, à midi 8^m, avec une température de 19°. Nous étions poussés par un vent très faible venant du Sud-Est. Cette brise nous a brusquement abandonnés à 300^m d'altitude, et nous sommes entrés dans un courant nord-est, où nous avons trouvé une décroissance moyenne de 1° par 80^m jusqu'à l'altitude de 700^m, où le thermomètre était descendu à 14°. Cette décroissance a continué, mais plus lentement, jusqu'aux limites supérieures du courant nord-est, qui cessait à 1400^m et était remplacé par le courant sud-est du départ. A cette alti-

tude, la température était de 7°, ce qui donnait une décroissance moyenne de 1° par 100^m.

» 200^m plus haut, nous perdions de vue la terre, et nous nous trouvions dans des nuages qui ont produit une impression très désagréable de froid; nous n'en sommes point sortis un seul instant, quoique nous nous soyons élevés jusqu'à 1900^m, altitude à laquelle nous avons dû nous arrêter, faute de lest. Malgré cet effet organoleptique incontestable, la décroissance thermométrique s'est interrompue et, même dans cette couche d'air saturée d'humidité, nous avons constaté une augmentation de 1° sur la lecture faite à 1400^m.

» Après avoir séjourné environ une demi-heure dans l'intérieur de ces nuages, sans avoir aperçu un seul instant le Soleil, nous sommes redescendus et nous avons entrevu la Porte-Maillot. Pendant ce temps, l'épaisseur des nuages avait considérablement augmenté. En effet, quand nous en sommes sortis, nous avons été étonnés de voir que notre baromètre n'indiquait plus qu'une altitude de 1200^m.

» Nous nous sommes aperçus que le courant intermédiaire avait remonté visiblement vers le nord et qu'il était un peu plus rapide. En nous approchant de terre, nous sentions de véritables bouffées de chaleur, qui venaient fort à propos tempérer notre chute, car il ne nous restait pas un seul kilogramme de lest. Nous sommes descendus, à $2^h 7^m$, à l'hippodrome de Longchamps.

» Je demanderai la permission d'appeler l'attention de l'Académie sur une illusion dont nous avons été tous trois l'objet, et que j'attribuerai aux différences dans la réfraction atmosphérique, provenant de l'inégalité de la répartition de la température dans les couches d'air.

» Avant d'arriver aux Champs-Élysées, lorsque nous nous trouvions dans le voisinage de la place Vendôme, nous avons reconnu, à notre grande surprise, que l'obélisque paraissait pencher du côté de la grande avenue des Champs-Élysées, avec laquelle il faisait un angle de 30° environ. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la composition et l'équivalent en volume de l'acide pernitrique.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis**.

« I. Nous avons indiqué, dans une précédente Note, comment il faut opérer pour obtenir un mélange gazeux dans lequel l'acide pernitrique ait

une tension notable. Il nous reste à faire connaître les résultats des expériences effectuées pour établir la composition de cet acide. Ce problème eût été résolu facilement si l'on avait pu isoler l'acide pernitrique; nous avons bien réussi à le condenser, mais les cristaux qu'on obtient en refroidissant à $-23°$ un mélange d'azote, d'oxygène et d'ozone chargé de vapeurs d'acide pernitrique ont un poids extrêmement petit, et ils sont tellement volatils qu'on ne peut arriver à enlever le mélange de ces gaz, soit par le vide, soit en le déplaçant par l'acide carbonique, sans les entraîner en même temps.

» Dans l'impossibilité d'isoler à l'état solide un poids notable de cet acide, nous l'avons absorbé à l'état gazeux par l'acide sulfurique concentré et nous avons déduit, de l'analyse du gaz résiduel, les quantités d'oxygène et d'azote fixées par l'acide sulfurique. Ces quantités peuvent renseigner sur la composition de l'acide pernitrique; il était donc important de les déterminer dans des conditions nettement définies et reconnues les plus favorables à la pureté de l'acide suroxygéné de l'azote [1]. L'absorption a été effectuée, immédiatement après l'électrisation, dans un appareil à effluves d'une forme spéciale. Le résidu gazeux contient de l'azote, de l'oxygène et de l'ozone; son analyse permet de savoir comment la composition centésimale du mélange gazeux, soumis à l'effluve électrique, est modifiée par la production de l'acide pernitrique et par la réaction de ce corps sur l'acide sulfurique.

» Le tableau suivant résume nos observations sur des mélanges de compositions diverses, électrisés pendant une heure ou une heure et quart, à une température variant de 4° à 16°.

	Volume de l'azote.	Volume de l'oxygène.							
Composition du gaz soumis à l'action des effluves électriques.	2	5,22	5,56	5,94	6,18	6,70	7,63	7,46	9,51
Composition du gaz absorbé par l'acide sulfurique........	2	6,3	6,2	6,0	6,5	6,6	6,2	6,0	6,6

» Le rapport des volumes des gaz absorbés par l'acide sulfurique reste

[1] Voir la Note du 17 avril 1882, sur l'acide pernitrique.

sensiblement constant lorsqu'on fait varier la composition du mélange gazeux. La moyenne des résultats numériques inscrits dans le tableau (2^{vol} d'azote pour $6^{vol},3$ d'oxygène) représente la composition des gaz retenus par l'acide sulfurique, soit par simple dissolution de l'acide pernitrique, soit à l'état d'acide nitrique et d'acide persulfurique.

» Ces résultats sont probablement affectés d'une erreur systématique qui augmente notablement la proportion d'oxygène; car, en soumettant à la même série d'opérations et de mesures des mélanges gazeux contenant de l'acide nitrique ou de l'acide hypoazotique (1), on serait conduit à assigner à ces acides les compositions suivantes: 2^{vol} d'azote, $5^{vol},2$ d'oxygène et 2^{vol} d'azote, $4^{vol},3$ d'oxygène. L'erreur constatée pour ces composés porte donc sur la quantité d'oxygène, qui se trouve augmentée de $0^{vol},2$ à $0^{vol},3$, et, si elle est la même pour l'acide pernitrique, la composition des gaz retenus par l'acide sulfurique doit être de 2^{vol} d'azote pour 6^{vol} d'oxygène. Nous attribuons à l'acide pernitrique la composition des gaz absorbés par l'acide sulfurique; c'est supposer qu'il s'y dissout sans dégagement d'oxygène (2). Cette hypothèse est justifiée par les résultats concordants d'une autre méthode d'analyse.

» II. L'équivalent en volume de l'acide pernitrique peut se déduire de la contraction qui accompagne la formation de cet acide aux dépens d'un mélange d'azote et d'oxygène. Il suffit pour cela d'évaluer numériquement la contraction, lorsque les décharges électriques ont fait acquérir à l'ozone et à l'acide leur tension maximum pour la température de l'expérience, et de déterminer le volume de l'azote combiné. La brusque rupture d'équilibre qui se produit dès que l'acide pernitrique a atteint sa tension limite (décomposition qui entraîne celle de l'ozone) permet de fixer ce volume, car, après la rétrogradation, l'azote de l'acide pernitrique forme de l'acide hypoazotique, qu'on sait doser dans un mélange gazeux qui ne contient plus d'ozone.

---

(1) On sait que ces acides se dissolvent sans décomposition dans l'acide sulfurique concentré et froid. L'acide hypoazotique est obtenu en prolongeant l'action des effluves jusqu'à la rétrogradation, et l'acide nitrique en électrisant un mélange gazeux dont la dessiccation n'est pas absolue.

(2) Si l'on remplace l'acide sulfurique par l'eau glacée, le gaz résiduel a une composition qui répond à l'absorption de l'acide nitrique, quel que soit le composé oxygéné de l'azote formé par les effluves : acide pernitrique, acide nitrique ou acide hypoazotique dans des cas particuliers.

» Les données expérimentales prouvent que l'acide suroxygéné de l'azote ne peut avoir un équivalent en volume notablement différent de 4.

Composition du mélange gazeux.		$Az = 2^{vol}$; $O = 6^{vol},39$		$Az = 2^{vol}$; $O = 4^{vol},68$		$Az = 2^{vol}$; $O = 3^{vol}$
		cc	cc	cc	cc	cc
Volume initial.............		15,48	15,46	15,46	15,46	15,46
Double du volume de l'azote combiné................		2,388	2,642	2,221	2,256	1,919
Contraction imputable à l'ozone dans l'hypothèse de la formation de..............	AzO^6	0,628	0,627	0,597	0,602	0,469
	AzO^7	0,031	0,000	0,042	0,038	0,000
Proportion de l'ozone en poids pour 100..	AzO^6	26,6	26,6	27,0	27,1	24,2
	AzO^7	1,5	0,0	2,0	1,9	0,0

» La mesure des volumes et celle des pressions se font assez exactement, avec l'appareil employé, pour qu'on ait pu constater que l'équivalent de l'acide hypoazotique obtenu après la rétrogradation ne répond pas à 4^{vol} de vapeur, et qu'on ait pu en déduire une densité peu différente de celle attribuée à cette vapeur à la température de l'expérience. Mais la difficulté de doser l'ozone qui existe dans le mélange gazeux avant la rétrogradation ne permet pas de calculer avec précision la densité de vapeur de l'acide pernitrique.

» Les teneurs en ozone inscrites dans le tableau sont calculées en admettant que l'équivalent en volume de l'acide pernitrique est rigoureusement double du volume de l'azote contenu dans cet acide. La comparaison entre les résultats de ce calcul et les teneurs réelles fournit des indications précieuses sur la composition du nouvel acide.

» La formule $AzO^7 = 4^{vol}$ entraîne une teneur en ozone nulle ou de 2 pour 100 au plus : elle est inadmissible, car nous nous sommes assurés, par une détermination directe faite avant la rétrogradation, que la teneur en ozone n'est pas inférieure à 12 pour 100. L'acide pernitrique contient donc pour $1^{éq}$ d'azote moins de $7^{éq}$ d'oxygène.

» La formule $AzO^6 = 4^{vol}$ conduit à une teneur en ozone de 24 à 27 pour 100, notablement plus élevée que celle qu'on observe à la même température dans l'oxygène pur ou mélangé à l'azote. En admettant, comme nous l'avons supposé, que l'acide pernitrique a déjà sa densité théorique à la température peu élevée de nos expériences, la contraction attribuée à la formation de cet acide est certainement un peu trop faible, et par conséquent la teneur en ozone déduite est un maximum. C'est sur la déter-

mination de l'ozone que s'accumulent toutes les erreurs des observations successives et, malgré cela, les résultats de la méthode physique, basée sur la mesure de la contraction due à la formation de l'acide AzO^6 et à celle de l'ozone, s'accordent avec ceux déduits de l'analyse par l'acide sulfurique.

» Les méthodes indirectes que nous avons exposées conduisent l'une et l'autre à la formule AzO^6. Comme contrôle de la composition, que nous attribuons à l'acide suroxygéné de l'azote, nous ferons connaître les résultats de l'analyse d'un produit cristallisé et volatil dans le vide qui contient les éléments de l'acide pernitrique et ceux de l'acide perchlorique anhydre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la potasse sur l'oxyde de plomb.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« On sait que l'hydrate d'oxyde de plomb se dissout dans les liqueurs alcalines, et que, bouilli avec des liqueurs caustiques, il se transforme en oxyde anhydre; les choses se passent de façons très différentes, suivant le degré de concentration de la liqueur.

» Prenons, par exemple, une certaine quantité d'oxyde hydraté en suspension dans l'eau, et ajoutons-lui peu à peu de la potasse, en prenant les précautions nécessaires pour qu'il ne se trouve jamais en contact avec une liqueur alcaline concentrée. En dosant l'oxyde dissous, on n'observe d'abord rien de particulier : il croît régulièrement avec la concentration du liquide alcalin, mais bientôt le phénomène change : à 25°, par exemple, quand la proportion de potasse atteint 300^{gr} pour 1000 d'eau, le poids d'oxyde dissous diminue d'abord légèrement pour augmenter ensuite avec celui de la potasse que la liqueur renferme; en même temps, l'hydrate amorphe a changé d'aspect, il s'est transformé en petits cristaux microscopiques et transparents; la solubilité croît régulièrement de nouveau jusqu'à ce que la solution contienne environ 400^{gr} de potasse pour 1000 d'eau, puis elle éprouve encore une diminution brusque, à partir de laquelle elle recommence à s'accroître à mesure qu'on ajoute à la liqueur des quantités de potasse de plus en plus considérables.

» Or M. Berthelot a établi (*Mécanique chimique,* t. I, p. 399) qu'en se dissolvant dans une grande quantité d'eau la potasse dégage d'autant plus de chaleur qu'elle est plus concentrée, et que, d'autre part, la formation de l'hydrate de plomb est très faiblement exothermique (t. I, p. 360, 377).

Si donc on met de l'hydrate de plomb au contact d'une solution alcaline convenablement concentrée, celle-ci pourra, en vertu du principe du travail maximum, lui enlever une partie de la totalité de son eau, et c'est précisément ce qui a lieu. L'hydrate PbO, HO se dissout dans les liqueurs peu concentrées ; si elles le sont davantage, il se produit un nouvel hydrate cristallisé 3PbO, HO, qui se dissout à son tour jusqu'à ce que la dissolution, assez riche en alcali, le transforme en oxyde anhydre, qui se dissout, lui aussi, dans la liqueur. Il est dès lors très facile de comprendre les irrégularités que la solubilité présente; c'est qu'en effet la courbe qui la figure n'est pas unique; elle se compose de trois régions distinctes qui correspondent : l'une à la solubilité de l'hydrate PbO, HO, l'autre à celle du composé 3PbO, HO, la dernière à celle de l'oxyde anhydre.

» Ces expériences ont été faites à 25°, mais la même chose a lieu à toutes les températures. Il est à remarquer seulement que la décomposition de l'hydrate de plomb par une liqueur donnée se fait d'autant mieux qu'elle est plus chaude. En faisant varier dans des limites convenables la concentration et la température des liquides alcalins, on obtient l'oxyde de plomb sous des apparences très diverses, qu'il est intéressant d'examiner.

» Tout d'abord, l'hydrate 3PbO, HO se forme aisément aux dépens de l'hydrate PbO, HO dans les solutions alcalines froides ne renfermant pas plus de 400^{gr} de potasse pour 1000 d'eau à 15°. Le meilleur moyen d'obtenir des cristaux très nets est de saturer d'hydrate une liqueur contenant de 100 à 300 de potasse pour 1000 d'eau à une température insuffisante pour décomposer l'hydrate. Il se dépose par refroidissement de beaux cristaux blancs transparents ayant la forme d'un prisme hexagonal aplati. Leur densité à zéro est 7,592; leur densité moyenne, calculée au moyen du plus petit nombre trouvé (9,1699) pour l'oxyde anhydre serait 7,559. Cet hydrate est donc formé avec une contraction dont la valeur est environ 0,0048.

» Quant à l'oxyde anhydre, qui prend naissance au sein des liqueurs alcalines, il peut affecter des formes très diverses, dont voici les principales :

» 1° L'hydrate chauffé avec une solution alcaline contenant environ 130^{gr} de potasse pour 1000 d'eau se transforme en petites paillettes légères, volumineuses, jaune verdâtre très peu foncé; densité à zéro : 9,1699.

» 2° Avec une liqueur renfermant 230 de potasse pour 1000 d'eau, cristaux brillants, jaune de soufre pur. Densité à zéro : 9,2089.

» 3° Avec une solution à 300 de potasse pour 1000 d'eau chaude, on

obtient, par refroidissement, des petites aiguilles compactes, lourdes, formées de petits cristaux agglomérés; ils sont d'un jaune légèrement brun. Densité à zéro : 9,8835.

» 4° En ajoutant peu à peu de la potasse à de l'hydrate de plomb en suspension dans l'eau jusqu'à ce que celle-ci en renferme environ 400gr pour 1000 d'eau à 20° et abandonnant la liqueur à elle-même, on voit, au bout de quelques jours, se former, en un point du dépôt blanc d'hydrate, une tache vert grisâtre qui s'accroît peu à peu jusqu'à ce que tout l'hydrate ait disparu; cet oxyde anhydre est en larges lamelles brillantes, accolées les unes aux autres en une masse feuilletée gris verdâtre dure et compacte, dont la densité est 9,5605.

» 5° Une liqueur contenant 185gr de potasse pour 1000 d'eau, saturée à chaud d'oxyde de plomb, le dépose par refroidissement en longues aiguilles brillantes, d'un vert presque noir, dont la densité est 9,4223.

» Ces diverses variétés d'oxyde sont formées de petits cristaux transparents, minces, et leur couleur varie avec l'épaisseur des lames; celles-ci sont des losanges dont une diagonale est environ le triple de l'autre; par l'action de la chaleur, tous ces cristaux deviennent rouges à chaud, et jaunes de soufre après refroidissement; leur densité augmente d'autant plus qu'on les a chauffés davantage.

» 6° L'hydrate de plomb bouilli avec une solution saturée de potasse se transforme en belles paillettes rose foncé, qui se forment aussi dans quelques autres circonstances. Ce sont des cristaux transparents différents de tous ceux qui précèdent, car leur forme est celle de tables minces carrées, ou d'un cube modifié par les faces peu développées de l'octaèdre; leur densité est 9,3757; chauffés fortement, ils deviennent jaunes après refroidissement.

» En définitive, on le voit, l'oxyde de plomb anhydre présente deux formes cristallines distinctes : sous l'une d'elles il est rose rouge, cristallisé en cubes, ou en solides qui en dérivent; sous l'autre, il affecte la forme de lames rhomboïdales allongées, ou d'aiguilles formées par des groupements de ces lames; sa couleur présente alors des nuances excessivement variables; le jaune verdâtre presque blanc, le jaune pur, le jaune vert, plus ou moins foncé, et le vert foncé presque noir, avec toutes les teintes intermédiaires; en même temps, sa densité varie entre des limites assez étendues, de 9,1699 à 9,8835. Il suffit enfin d'une élévation relativement faible de la température pour que tous ces cristaux deviennent jaunes, tandis que les cristaux rouges doivent être très fortement chauffés pour

perdre définitivement leur couleur. L'oxyde de plomb est donc susceptible de garder la trace des circonstances dans lesquelles il a pris naissance, et, quand on examine les réactions dans lesquelles il intervient, il est indispensable de tenir compte de ces formes isomériques spéciales, comparables à celles que M. Berthelot a signalées et étudiées dans les sels haloïdes d'argent, ainsi que dans d'autres composés. »

CHIMIE. — *Sur le phosphate de chrome et son utilisation dans l'analyse chimique et dans l'industrie.* Note de M. AD. CARNOT, présentée par M. Daubrée.

« Le dosage du chrome s'est toujours fait jusqu'ici soit à l'état d'oxyde vert, soit à l'état de chromate de plomb ou de baryte. J'ai reconnu qu'il pouvait aussi se faire avec exactitude à l'état de phosphate, et qu'il serait souvent commode d'adopter ce mode de dosage.

» Si l'on soumet à l'ébullition une dissolution d'un sel de chrome faiblement acidifiée, à laquelle on a ajouté un phosphate alcalin et de l'acétate de soude, la totalité du chrome se dépose à l'état de phosphate.

» Ce mode de précipitation réussit, non seulement avec les sels verts, mais aussi avec les sels violets, chlorures ou sulfates de chrome, et avec les acétates, mais non pas avec les oxalates.

» Il convient également bien pour les chromates alcalins; mais, dans ce cas, l'action de l'acide phosphorique doit être combinée avec celle de l'hyposulfite de soude, qui agit dans la liqueur acide comme réducteur énergique.

» La dissolution de chromate, à laquelle on a ajouté une suffisante quantité d'acide phosphorique ou de phosphate, puis de l'acétate et enfin de l'hyposulfite de soude, et que l'on a rendue légèrement acide, est soumise à l'ébullition pendant une heure environ; elle laisse déposer tout le chrome réduit à l'état de phosphate, avec un peu de soufre provenant de l'hyposulfite.

» Le phosphate qui s'est précipité est un hydrate vert répondant à la formule $PhO^5Cr^2O^3 + 6HO$, lorsqu'il a été séché à 100°. Il peut être lavé avec de l'eau bouillante, dans laquelle il est à peu près insoluble, ou, mieux encore, avec des solutions chaudes d'acétate et ensuite d'azotate d'ammoniaque qui le débarrassent successivement des sels alcalins et de l'acide organique. Par calcination, il devient gris, et sa composition est alors exprimée par la formule $PhO^5Cr^2O^3$; l'oxyde de chrome y figure dans la proportion de 51,86 pour 100.

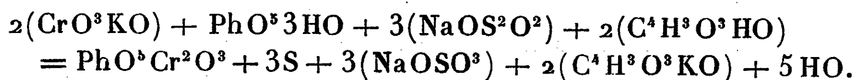
» Dans un précédent travail sur le dosage de l'alumine ([1]), j'ai montré que l'alumine pouvait être nettement séparée du chrome en transformant celui-ci en chromate alcalin, puis acidifiant légèrement la dissolution par l'acide acétique et ajoutant un excès de phosphate de soude. On fait bouillir et l'on filtre pour séparer le phosphate d'alumine. Cela fait, il est très simple de doser le chrome en versant dans la liqueur de l'hyposulfite de soude et, s'il en est besoin, une nouvelle quantité de phosphate alcalin, puis soumettant encore à l'ébullition; le précipité de phosphate de chrome est lavé, calciné et pesé.

» J'ai fait une série d'expériences comparatives sur les mélanges en proportions connues d'azotate d'alumine et de chromate de potasse, en cherchant à doser l'alumine et le chrome, soit par les diverses méthodes déjà connues, soit par la méthode nouvelle, et je me suis assuré que celle-ci, tout en étant la plus expéditive, donnait des résultats très satisfaisants. Elle a, de plus, l'avantage de pouvoir être appliquée sans aucune difficulté spéciale en présence des chlorures et des sulfates, qui s'opposeraient à l'emploi de la plupart des autres procédés.

» L'industrie pourrait, je pense, tirer parti de la réaction que je viens de signaler de l'acide phosphorique et de l'hyposulfite de soude réunis sur les chromates alcalins. Elle fournit, en effet, une matière insoluble verte, conservant, après dessiccation, une assez belle teinte, et susceptible de remplacer dans la peinture certains verts, dans la composition desquels entrent des substances nuisibles, telles que l'arsenic et le cuivre.

» Cette couleur, absolument inoffensive, pourrait aussi être utilisée dans la teinture des étoffes; car il serait possible de produire le phosphate vert insoluble dans l'épaisseur même des tissus, préalablement imprégnés des sels solubles nécessaires à la réaction.

» On calculerait aisément, soit pour les chromates neutres, soit pour les bichromates, la proportion de réactifs qu'il convient d'employer. Par exemple, pour le chromate neutre de potasse, la réaction serait exprimée par l'équation suivante :



$$2(CrO^3KO) + PhO^5 3HO + 3(NaOS^2O^2) + 2(C^4H^3O^3HO)$$
$$= PhO^5Cr^2O^3 + 3S + 3(NaOSO^3) + 2(C^4H^3O^3KO) + 5HO.$$

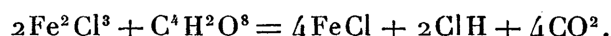
» J'ai vérifié, en effet, que $2^{éq}$ de chromate neutre (soit $1^{gr},947$) exigent précisément $3^{éq}$ d'hyposulfite ($3^{gr},720$ de cristaux). En prenant ces

([1]) *Comptes rendus*, séance du 18 juillet 1881.

proportions exactes de sels et soumettant à l'ébullition, on obtient la précipitation complète du phosphate de chrome, et l'on peut constater que la liqueur ne renferme plus d'hyposulfite capable de décolorer l'iodure bleu d'amidon. »

CHIMIE. — *Études sur la réaction photochimique du peroxalate de fer.* Note de M. **Jodin**, présentée par M. Fouqué.

« On sait que le peroxalate de fer dissous, ou plutôt une solution mixte de perchlorure de fer et d'acide oxalique, est décomposée à la lumière, conformément à la formule



$$2Fe^2Cl^3 + C^4H^2O^8 = 4FeCl + 2ClH + 4CO^2.$$

» Bien que cette réaction soit exothermique, et n'emprunte par conséquent aux énergies lumineuses qu'un travail préparatoire de nature encore peu connue, il paraît cependant exister une certaine proportionnalité entre l'intensité de la lumière et celle de la réaction. Aussi plusieurs savants distingués ont-ils cru possible de les mesurer l'une par l'autre, et d'employer le peroxalate de fer comme agent photométrique.

» Depuis plusieurs années, je l'emploie avec avantage, dans des expériences de Physiologie végétale, à fournir aux plantes l'acide carbonique qui leur est nécessaire. La lumière qui met en jeu leur fonction chlorophyllienne provoque en même temps l'émission du gaz nécessaire à l'exercice de cette fonction. En réglant convenablement cette double action, on peut obtenir des dispositions expérimentales fort commodes et très difficilement réalisables par d'autres procédés.

» Au cours de ces expériences, j'ai pu constater que la sensibilité (¹) photochimique des solutions oxalo-ferriques variait considérablement avec leur composition. Si, par exemple, on prend une solution contenant par litre $\frac{1}{2}$ équivalent ($81^{gr},25$) de perchlorure de fer et aussi $\frac{1}{2}$ équivalent d'acide oxalique, et qu'on la compare à une solution contenant trois équivalents de chaque substance, on trouvera pour la première solution une sensibilité photochimique cinq ou six fois plus grande que celle de la seconde.

» Des solutions intermédiaires ont offert des sensibilités intermédiaires entre ces extrêmes, sans que cependant il paraisse y avoir proportionnalité

(¹) Je mesure la sensibilité par la quantité d'acide carbonique dégagée dans l'unité de temps, à conditions égales d'ailleurs.

inverse rigoureuse entre le titre de la solution et sa sensibilité. La sensibilité a semblé diminuer un peu plus rapidement que ne croissait le titre. Cette décroissance de la sensibilité avec la concentration progressive des solutions paraît tenir à une certaine complexité des propriétés *photochimiques* et *photothermiques* du perchlorure de fer.

» Bien que facteur essentiel de la réaction, le perchlorure de fer, et ensuite le protochlorure, qui en dérive par réduction, paraissent l'un et l'autre jouer le rôle de modérateur et de régulateur de cette réaction. Du moins l'expérience prouve qu'un excès de sel de fer a pour effet de la ralentir considérablement. Par exemple, une solution titrée à $2^{éq}$ de perchlorure et $1^{éq}$ d'acide oxalique ne possédera guère que les $\frac{15}{100}$ de la sensibilité d'une solution contenant $1^{éq}$ de perchlorure et $1^{éq}$ d'acide oxalique. La substitution partielle de l'acide tartrique à l'acide oxalique dans ces solutions paraît également exercer une action perturbatrice dans le sens d'un amoindrissement de la réaction photochimique.

» Les propriétés *photothermiques* auxquelles je viens de faire allusion se manifestent par le pouvoir absorbant très considérable de ces solutions pour certaines radiations du spectre. Cette absorption détermine un échauffement très marqué du liquide insolé. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, ces solutions s'échauffent de 5° ou 6° au-dessus de témoins formés de liquides colorés à peu près de même par l'azotate d'urane, le bichromate de potasse et même certains sels ferriques d'un autre type. Ce n'est que dans des solutions bleues ou violettes, comme par exemple le sulfate de cuivre ammoniacal, que j'ai trouvé cette puissance d'absorption au même degré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux composés carbosiliciés.* Note de M. Alb. Colson.

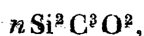
« En chauffant au rouge vif du silicium sur du noir de fumée fortement tassé, il est facile, après refroidissement, de séparer du charbon un culot peu consistant de silicium. Si l'on pulvérise ce bloc, qu'on le traite par une dissolution bouillante de potasse caustique, puis par l'acide fluorhydrique chaud, on obtient un faible résidu, composé de carbone et de silicium en proportions variables. Pour obtenir un composé défini, je place dans un tube en porcelaine deux nacelles contenant du silicium, et je chauffe au rouge vif en faisant passer un courant d'hydrogène saturé de benzine à 50° ou 60°C. Au bout de trois heures, la première nacelle contient une poudre

noire, légère; la seconde, un corps gris blanchâtre (parfois les deux corps se trouvent aux extrémités de la même nacelle). Je purifie ces matières comme précédemment, et j'analyse :

» 102^{mgr} de matière brûlés dans un tube en verre de Bohême avec un mélange d'oxyde et de chromate de plomb préalablement fondus donnent 272^{mgr} d'acide carbonique, soit 72,5 pour 100 de carbone; 202^{mgr} de matière brûlés dans l'oxygène au rouge sombre dégagent 430^{mgr} d'acide carbonique, soit 55,3 pour 100 de carbone (le dégagement d'acide carbonique s'arrête au bout d'une heure de chauffe). Il reste 73^{mgr} d'un corps vert foncé qui, attaqués par la potasse en fusion, donnent 85^{mgr} de silice. On a donc, après combustion du charbon non combiné, un composé répondant à la formule SiC^2.

» La matière blanchâtre contient de l'oxygène en grande proportion, même quand les gaz sont secs (les nacelles en porcelaine sont toujours attaquées). Sa composition n'est pas fixe, mais elle renferme souvent plus d'oxygène qu'il n'en existerait dans le composé $SiCO^2$. Or le corps le plus oxygéné que nous avons obtenu, M. Schützenberger et moi, dans l'action de l'acide carbonique sur le silicium, renferme seulement un atome d'oxygène pour un atome de carbosilicium SiC, de sorte qu'on arrive à ce phénomène singulier que la formation des corps suroxygénés de la série du carbosilicium SiC se fait en atmosphère réductrice.

» Quand la matière blanchâtre prend naissance dans la même nacelle que le carbure, on lui trouve souvent un excès de carbone qui ne brûle pas dans l'oxygène au rouge sombre. J'ai cherché alors s'il n'existait pas une autre classe de composés carbosiliciés, et j'ai trouvé un corps répondant à la formule



$$n\,Si^2C^3O^2,$$

en opérant comme il suit : je recouvre de noir de fumée les parois d'un petit creuset en charbon de cornue, de façon à faire une cavité à surface nette que je remplis de silicium pulvérisé; je le place dans un autre creuset en charbon contenant de la brasque titanifère, et ce dernier dans un troisième creuset en terre rempli de la même brasque; je porte au feu de forge, en ayant soin d'ajouter assez de charbon de cornue pour atteindre le blanc sans recharger le fourneau. Après refroidissement, le culot de silicium se détache du creuset; on enlève le noir, qui d'ailleurs adhère peu, jusqu'à ce qu'on obtienne une surface brillante; on pulvérise et on purifie comme d'habitude.

» L'acide fluorhydrique enlève à froid 20 pour 100 de silice : donc il n'y a pas eu simple addition de l'oxyde de carbone au silicium.

» L'analyse de la poudre vert-bouteille obtenue indique en effet que le carbone, le silicium et l'oxygène sont dans le rapport indiqué par la formule $Si^2C^3O^2$:

Matière.	Trouvé.	Calculé.
143 CO^2 corresp. 155, d'où carbone...........	29,5	29,0
130 SiO^2 corresp. 126, d'où silicium...........	45,2	45,1

» Au rouge, l'action prolongée de l'oxygène enlève peu à peu l'excès de carbone.

» Si dans l'appareil précédent on remplace la brasque titanifère par une brasque de charbon et le silicium par un fil de fer assez gros et un mélange de noir et de silice (40 pour 100 à 50 pour 100), on obtient, en prolongeant la durée de l'opération, un corps cristallin de densité 6,6 et dans lequel le rapport du fer au silicium et au carbone est représenté par la formule



$$Fe^6Si^2C,$$

dont voici l'analyse :

	gr
Fer	1,118
Silice..................	0,415
Carbone	0,040

soit 0,192 de silicium.

» Ce composé ne se produit, je le répète, que sous l'action prolongée d'une haute température, l'affinité du silicium pour le fer n'étant pas très grande. J'ai, en effet, chauffé en creuset brasqué pendant quatre heures, à 900° environ, du fil de clavecin recouvert de silicium pulvérisé avec soin, et, au bout de ce temps, le fer était encore malléable (il pouvait se plier à angle droit) : 435 de produit analysé contenaient 601 de Fe^2O^3, soit 420 de fer et 32 de silice, soit 3,5 pour 100 de silicium. J'ai en outre constaté dans cette expérience un phénomène de diffusion analogue à celui du fer dans le carbone : j'ai retrouvé du fer dans le silicium qui avait été préalablement purifié (1). »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les rosanilines homologues et les rosanilines isomères.* Note de MM. A. **Rosenstiehl** et M. **Gerber**. (Extrait.)

« Lorsque, au début de l'industrie des couleurs d'aniline, M. Coupier [1] réussit à séparer, dans des conditions économiques, les divers carbures du goudron de houille, il ne manqua pas de constater que le nombre des alcaloïdes propres à la fabrication de la fuchsine est plus grand qu'on ne l'avait pensé. Il obtint, avec le toluène notamment et avec le xylène, des matières colorantes offrant avec le rouge d'aniline les plus grandes ressemblances. L'étude scientifique des faits observés par M. Coupier a eu pour résultat la découverte de l'orthotoluidine, et bientôt après celle de plusieurs rosanilines. D'après les idées adoptées alors, ces matières colorantes ont été considérées comme isomères; aujourd'hui, cependant, les travaux de MM. E. et O. Fischer nous ont fait connaître la constitution de ces corps et nous ont fourni la preuve que l'un contient 19^{at} et l'autre 20^{at} de carbone. Les rosanilines doivent être considérées comme des alcools aromatiques tertiaires amidés, formant les premiers termes d'une série d'homologues.

» Il nous a paru intéressant de reprendre, à ce nouveau point de vue, le travail fait autrefois par l'un de nous [2].

» Nous avons purifié, avec les plus grands soins, les alcaloïdes que nous avons soumis deux à deux, trois par trois, à l'oxydation par l'acide arsénique, et qui constituent des individus chimiques bien définis. Nous avons comparé entre elles les propriétés des fuchsines, des rosanilines, des leucanilines et enfin des hydrocarbures correspondants.

» L'analyse élémentaire des leucanilines et des hydrocarbures nous a permis de fixer le nombre d'atomes de carbone de chaque rosaniline.

» Celle qui est préparée avec un mélange d'aniline et de paratoluidine, celle qui est préparée avec un mélange d'aniline et des deux toluidines sont suffisamment connues pour que nous n'ayons pas à les décrire ici. Ajoutons seulement qu'en traitant par l'acide arsénique le mélange de 1^{mol} de α-métaxylidine et de 2^{mol} d'aniline, on obtient une rosaniline contenant comme la précédente 20^{at} de carbone, et qui est identique avec elle, ainsi que

---

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XXXVI, p. 262; 1866.

(2) A. Rosenstiehl, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VIII, p. 176.

l'avait pensé M. Hofmann (¹). L'hydrocarbure préparé avec ce corps possède les points d'ébullition et de fusion du triphénylméthane obtenu par MM. E. et O. Fischer, en partant de la rosaniline commerciale.

» *Rouge de toluène.* — Ce corps, découvert en 1866 par M. Coupier, s'obtient par l'oxydation d'un mélange de 2^{mol} d'ortho et de 1^{mol} de paratoluidine. La rosaniline qui forme la majeure partie de cette matière colorante est très difficile à obtenir pure; il en est de même de l'hydrocarbure, qui cristallise à peine, et reste en surfusion pendant des mois entiers. Il fond vers 36° à 40° C. et distille entre 360° et 363° C. Il nous a été plus facile d'obtenir sa leucaniline, qui cristallise aisément de la solution éthérée et fond à 137°. Cette leucaniline a été identifiée avec un corps obtenu par synthèse en faisant réagir l'aldéhyde benzoïque paranitrée sur 2^{mol} de chlorhydrate d'orthotoluidine en présence de chlorure de zinc, et en réduisant le produit de condensation formé par l'étain et l'acide chlorhydrique.

» Nous avons pu établir que le rouge de toluène renferme une rosaniline contenant 21^{at} de carbone, troisième terme de la série d'homologues.

» La discussion des faits que nous avons rassemblés nous montre que c'est à partir de ce terme que l'isomérie peut se produire et augmenter le nombre de rosanilines possibles.

» Nous considérons comme isomère de la précédente une rosaniline que nous avons obtenue par l'action de l'acide arsénique sur un mélange de mésidine (amido-triméthylbenzine) et d'aniline.

» Une cinquième rosaniline, quatrième terme de la série, s'obtient en oxydant 1^{mol} de α-métaxylidine en présence de 2^{mol} d'orthotoluidine.

» L'hydrocarbure correspondant, le tricrésylméthane $C^{22}H^{22}$, cristallise très bien de sa dissolution dans l'alcool méthylique; il fond à 73° et bout à 377° (²).

» Enfin une sixième rosaniline a été obtenue par l'oxydation de α-métaxylidine en présence de 2^{mol} de γ-métaxylidine. La difficulté de nous procurer la matière première en quantité suffisante nous a empêchés de préparer le carbure correspondant, lequel contient probablement 24^{at} de carbone.

(¹) Hofmann, *Berichte*, t. II, p. 378, et t. VIII, p. 61.

(²) Les points d'ébullition que nous citons, et qui sont au-dessus de la limite des indications du thermomètre ordinaire, ont été déterminés au laboratoire de M. Friedel, par M. Crafts lui-même, à l'aide de son excellent thermomètre à air.

» Le rouge de xylène, obtenu en 1866 par M. Coupier, en oxydant de la xylidine du xylène du goudron de houille, ne peut être identique avec ce corps; la γ-métaxylidine ne se forme pas dans la fabrication de laxylidine; l'isomérie des carbures augmente nécessairement le nombre des rosanilines possibles.

» En envisageant dans leur ensemble les propriétés de ces différents corps, on remarque que les différences entre deux termes consécutifs sont très faibles; elles ne s'accentuent que quand on compare les termes extrêmes. D'une manière générale, à mesure que la molécule se complique, le chlorhydrate devient plus soluble dans l'eau, cristallise plus difficilement, teint la laine en violet-rouge qui se rapproche de plus en plus du violet; la base devient plus soluble dans l'éther, le point d'ébullition du carbone s'élève; en même temps, les substitutions se font de plus en plus difficilement. L'action de l'aniline, qui pour les premiers termes produit les matières colorantes bleues si estimées, devient moins marquée; la quantité d'ammoniaque dégagée diminue, et les matières colorantes obtenues ne teignent plus qu'en violet-bleu. »

MINÉRALOGIE. — *Composition chimique de la cendre lancée par le Vésuve le 25 février 1882.* Note de M. L. RICCIARDI.

« Cette cendre, recueillie sur les bords du cratère, est noire, très riche en petits cristaux de leucite et en fragments d'augite et de magnétite; elle est attirée en grande partie par l'aimant, et, quand on l'humecte, elle donne une réaction acide sensible avec le papier de tournesol. A la calcination, elle dégage des vapeurs d'acide chlorhydrique, et subit une perte de 1,35 pour 100. Traitée par l'eau distillée, elle perd 3,13 pour 100 de son poids. La solution est très acide, et la partie soluble se compose en grande partie d'acide chlorhydrique libre, de chlorure et de sulfate d'ammoniaque, d'alumine, de traces de fer et d'une grande quantité de chaux, de magnésie, de potasse et de soude. Traitée à froid par l'acide chlorhydrique, elle le colore en jaune, et il se produit une légère effervescence à chaud; elle est en partie décomposée, et il se dégage de l'acide sulfhydrique. Enfin, humectée avec une solution de potasse caustique et exposée à l'action de la chaleur, elle développe une quantité sensible d'ammoniaque.

Composition centésimale.

Silice	47,84
Acide sulfurique anhydre	0,17
Acide phosphorique anhydre	1,83
Chlore	1,32
Alumine	18,67
Protoxyde de fer	5,07
Sesquioxyde de fer	4,38
Chaux	9,42
Magnésie	3,77
Potasse	5,64
Soude	2,04
	100,15

» Dans cette cendre, ainsi que dans toutes les autres matières rejetées par le Vésuve de 1868 à 1882, j'ai trouvé une quantité sensible d'acide phosphorique anhydre, que j'évalue en moyenne à 2 pour 100 et qui équivaudrait à 4,39 pour 100 calculée comme phosphate neutre de chaux (apatite). »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Etude sur les propriétés antiseptiques de l'acide salicylique.* Note de MM. E. ROBINET et H. PELLET.

« L'un de nous, en 1877, a déjà publié un Mémoire établissant d'une manière évidente les propriétés antiseptiques de l'acide salicylique, appliqué aux moûts et aux vins.

» Cependant, ces propriétés ont été mises en doute dans un Mémoire dû à M. Girard, le savant directeur du laboratoire municipal de Chimie à la Préfecture de police de la Seine. Ce Mémoire, adressé à M. le Préfet de police le 25 mai 1880, contient l'analyse de dix-huit échantillons de vins dans lesquels on avait ajouté de l'acide salicylique. Les doses trouvées de cet acide par litre ont varié de $0^{gr},81$ à $1^{gr},60$. Malgré cette addition, les vins examinés par M. Girard ont commencé à fermenter, non seulement dans les muids d'où ils avaient été extraits, mais encore la fermentation avait continué dans les bouteilles renfermant les échantillons prélevés.

» Il fallait donc en conclure, comme M. Ch. Girard l'a fait du reste, qu'à la dose de $0^{gr},81$ à $1^{gr},60$ par litre, l'acide salicylique ne pouvait nullement servir pour empêcher toute fermentation. Cependant MM. H.

Pellet et de Grobert ont montré que la méthode de dosage suivie à cette époque par M. Ch. Girard ne fournissait pas toujours des résultats exacts, et que dans les vins analysés la dose de l'acide salicylique devait atteindre une proportion bien inférieure à $0^{gr},81$ par litre.

» Néanmoins, nous avons voulu, par des expériences directes, nous assurer si les proportions d'acide salicylique trouvées au laboratoire municipal étaient inefficaces contre la fermentation des moûts. A cet effet, nous avons préparé, le 4 octobre 1881, une série de sept échantillons de moût d'Épernay, renfermant des doses d'acide salicylique contenant successivement $0^{gr},312$, $0^{gr},625$, $0^{gr},937$, $1^{gr},25$, $1^{gr},56$, $1^{gr},875$ et 2^{gr} par litre. Ces sept échantillons ont été conservés dans une cave, et, le 28 mars 1882, ils ont été examinés.

» On a reconnu de suite que ces moûts n'avaient subi aucune altération, car la densité était restée absolument la même que lors de la mise en bouteilles.

» Il est vrai de dire que les bouteilles avaient été soigneusement bouchées. On a donc voulu connaître l'action de l'air sur ces moûts salicylés et, pour cela, on les a placés dans des conditions identiques avec celles signalées par M. Ch. Girard, c'est-à-dire dans des bouteilles à moitié remplies et imparfaitement bouchées, et le tout abandonné un mois dans le laboratoire.

» Nous avons alors constaté que les six échantillons, renfermant de $0^{gr},625$ à 2^{gr} d'acide salicylique, n'ont subi aucune altération. Seul, le moût dans lequel il n'y avait eu que $0^{gr},312$ a présenté le phénomène caractéristique d'une fermentation, dégagement de gaz carbonique, diminution de la densité. Mais la fermentation a été très lente, et ce n'est que vers la fin d'avril que la densité était descendue à 1020, de 1073 qu'elle était primitivement.

» Nous avons voulu encore essayer l'action de la levure sur des produits salicylés aux doses moyennes trouvées inefficaces par M. Ch. Girard. Pour cela, on a fait un mélange des divers moûts, de telle sorte que l'ensemble puisse représenter un moût à 1^{gr} d'acide salicylique par litre.

» On a ensuite ajouté à ce mélange des quantités de levure variant de 1^{gr} à 5^{gr} par bouteille de trois quarts de litre. On a chauffé le tout pour amener le liquide à une température de 20° à 25°, et cela à plusieurs reprises. On n'a pu amener la fermentation dans aucun des échantillons qui ont conservé la densité primitive de 1073.

» Il n'y a donc pas de doute pour nous que, au delà de $0^{gr},3$ par litre, l'acide salicylique est un antiseptique énergique, et que certainement, à la dose de 1^{gr}. il détruit même l'action de la levure. Ces expériences paraissent

donc bien confirmer l'opinion émise par MM. Pellet et de Grobert, au sujet des quantités trouvées par M. Ch. Girard dans les vins en question, et que les doses de $0^{gr},81$ à $1^{gr},60$ d'acide salicylique par litre ne pouvaient être que le résultat d'un défaut dans la méthode analytique employée.

» Nous devons ajouter encore ici les observations que l'un de nous a faites sur les vins salicylés et datant de 1875, de 1876 et de 1877.

» 1° Échantillon de moût salicylé le 4 octobre 1878, à la dose de $0^{gr},5$ par litre, conservé intact jusqu'à ce jour dans une bouteille bouchée à la main et tenue droite.

» 2° Échantillon de moût salicylé le 4 octobre 1876, à la dose de $0^{gr},5$ par litre, conservé intact jusqu'à ce jour.

» 3° Échantillon de moût salicylé en 1877, avec $0^{gr},75$ de salicylate de soude par litre. Conservation intacte jusqu'à ce jour.

» 4° Le 2 octobre 1876, moût salicylé à la dose de $0^{gr},40$ par litre d'acide salicylique. Le 26 avril 1882, la densité, qui était primitivement de 1075, est descendue à 1040.

» 5° Un litre de vin de 1879 est additionné, le 23 juin 1880, de 23^{gr} de sucre et de $0^{gr},20$ d'acide salicylique. Le 1er mai 1882, la densité du mélange n'avait pas varié.

» Nous devons faire remarquer qu'après un certain temps les moûts fournissent un dépôt qui entraîne de l'acide salicylique, et le liquide en renferme moins qu'au début. Ainsi, généralement, pour des doses de $0^{gr},5$ par litre, le liquide filtré retient $0^{gr},30$ à $0^{gr},35$ d'acide salicylique par litre et le dépôt contient la différence. On l'a constaté à l'aide du procédé de dosage de MM. H. Pellet et de Grobert.

» En outre, lorsque les vins salicylés sont conservés dans des futailles, le bois absorbe peu à peu de l'acide salicylique et la dose diminue dans le liquide.

» Le bois retient cet acide avec une certaine ténacité, si bien que l'on doit prendre de grandes précautions pour l'en débarrasser. Il nous est donc permis de dire, en résumé : 1° que l'acide salicylique à la dose de $0^{gr},5$ par litre est un antiseptique puissant; 2° qu'à la dose de 1^{gr} il détruit l'action de la levure; 3° qu'à la dose de $0^{gr},30$ il retarde considérablement la fermentation des moûts sucrés; 4° qu'à la dose de $0^{gr},2$ il empêche la fermentation de se produire au sein d'un vin dans lequel on a ajouté du sucre. Enfin qu'il y a lieu de penser qu'à des doses moindres, ajoutées surtout à des produits déjà alcooliques et moins fermentescibles que les moûts de raisin, l'acide salicylique est un agent antiseptique très efficace, ainsi que cela a été constaté par la pratique depuis quelques années sur les vins, les bières, etc. »

M. O. **Frion** transmet à l'Académie quelques observations à propos d'une Note de M. Marey, sur un revolver photographique applicable à l'étude du vol des oiseaux. (Extrait.)

« M. A. Leblond, membre de la Société française de navigation aérienne, eut la priorité de l'idée ingénieuse de mettre à contribution l'art photographique pour obtenir une série d'images, faites à des intervalles très rapprochés, reproduisant les diverses phases des mouvements de l'oiseau pendant un vol même rapide.... M. Gauchot construisit un appareil, sorte de revolver photographique qui ne donna pas de bons résultats.... Nous avions pensé à disposer les images successives obtenues dans l'appareil d'optique dit zootrope qui donne l'illusion du mouvement comme le phénakisticope de Plateau.

» Si nos tentatives restèrent infructueuses, c'est qu'au moment où elles furent faites nous n'avions à notre disposition ni le procédé de M. Muybridge, de San-Francisco, qui permet d'obtenir l'épreuve photographique instantanée d'un cheval au grand galop, ni le procédé plus récent des plaques sèches au gélatino-bromure d'argent. »

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mai 1882.

Banquet offert à M. Chevreul en commémoration du 50e anniversaire de son élection comme Membre de la Société d'Agriculture de France. Paris, Hôtel de la Société, 1882; in-4° cartonné.

Atlas de la flore des environs de Paris; par MM. E. Cosson et Germain de Saint-Pierre. 2e édition. Paris, G. Masson, 1882; in-8° cartonné. (Présenté par M. Cosson.)

Histoire naturelle des Poissons de la France; par le Dr E. Moreau. Paris, G. Masson, 1881; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. Alph.-Milne Edwards.)

Manuel d'Hygiène industrielle; par le Dr H. Napias. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Manuel de Conchyliologie; par le Dr Paul Fischer; 4e fascicule (pages 305 à 416). Paris, Savy, 1882; in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Histoire d'une balle retrouvée dans le larynx dix ans après son entrée dans la tête; par M. CH. FAUVEL. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. XXXV, 4e série, t. V. Bordeaux, imp. Durand, 1881; in-8°.

Du vaccin de génisse. Etude comparative du vaccin animal et du vaccin humain; par le Dr CIANDO. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1882; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 avril 1882.)

Page 907, ligne 12, *au lieu de* 63,75, *lisez* 63,875.

(Séance du 10 avril 1882.)

Page 1005, dernière ligne, *au lieu de* et a, *lisez* et 1.
Page 1007, formule de la ligne 4, *au lieu de*

$$a^2\frac{d^2x}{dz^2}=\frac{z^3}{a^3},\quad \textit{lisez}\ \frac{d^2x}{dz^2}=\frac{z^2}{a^3}.$$

Même formule, premier crochet, *au lieu de* l'exposant $-\frac{2}{3}$, *lisez* $-\frac{3}{2}$.

(Séance du 24 avril 1882.)

Page 1143, ligne 13, *au lieu de* en plaçant les orifices exclusivement aux centres, *lisez* quelle que soit la situation de l'orifice, en plaçant ceux des bases fictives dans des situations symétriques deux à deux par rapport à leurs côtés contigus.

(Séance du 1er mai 1882.)

Page 1246, ligne 12 en remontant, *au lieu de* 15960, *lisez* 15060.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *de Freycinet*, pour remplir la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. *Bussy*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **de Freycinet** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année* 1882. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(164) Éva.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
1881. Déc. 24	9.38.23	3.52.32,97	»	72. 3.58,3	»
1882. Janv. 9	8.28.46	3.45.48,63	»	68.48.37,2	»

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(192) NAUSIKAA.			
Janv. 9....	9h30m53s	4h48m5s,76	−6s,05	56°23′9″,2	+18″,2
		(120) LACHÉSIS (1).			
Janv. 9....	11.21.29	6.39. 0,29	−4,10	58. 4.24,7	−5,9
		(71) NIOBÉ.			
Janv. 26....	10. 6. 0	6.30.20,72	»	49.19.30,3	»
		(7) IRIS.			
Janv. 26....	11.53.47	8.18.24,66	+7,21	77.36.22,6	+12,1
Fév. 6....	10.59.33	8. 7.24,78	+6,97	77.11.35,0	+10,8
10....	10.40.28	8. 4. 2,76	»	77. 1.59,9	»
22....	9.45.59	7.56.43,30	»	76.34.35,8	»
23....	9.41.39	7.56.19,26	»	76.32.32,3	»
		(29) AMPHITRITE.			
Fév. 6....	11.46.13	8.54.12,41	−2,27	65.16.49,5	−9,7
10....	11.26.25	8.50. 6,77	−2,20	65.11.53,3	−10,0
22....	10.28.35	8.39.25,84	»	65.10.40,7	»
23....	10.23.55	8.38.41,45	»	65.11.29,8	»
		(185) EUNIKE.			
Fév. 10....	9.49.28	7.12.54,40	»	86.58.49,3	»
23....	8.54. 6	7. 8.38,15	»	84.29.55,9	»
		(187) LAMBERTA.			
Fév. 22....	9. 8.43	7.19.20,95	»	52.42.19,8	»
23....	9. 4.23	7.18.57,13	»	52.46.51,8	»
24....	9. 0. 6	7.18.35,23	»	52.51.23,6	»
		(221)			
Fév. 22....	11.36.30	9.47.32,35	»	75.20.49,5	»
23....	11.31.50	9.46.48,05	»	75.14.39,2	»
		(18) MELPOMÈNE.			
Fév. 22....	11.39.17	9.50.19,36	+6,97	»	»
23....	11.34.25	9.49.23,36	+6,87	77. 9.46,6	+3,2

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 15....	10. 0.40	9.34.13,89	»	74.38.39,7	»
16....	9.56.12	9.33.42,25	»	74.32.45,9	»
17....	9.51.46	9.33.12,07	»	74.27. 1,1	»
22....	9.29.55	9.30.59,60	»	74.0 .44,7	»
		(16) Psyché.			
			s		″
Mars 9....	11. 1.47	10.11.52,15	+ 4,55	78.22.31,9	+24,9
14....	10.38.48	10. 8.31,52	»	78. 0.25,0	»
15....	10.34.14	10. 7.53,90	»	77.56.16,2	»
16....	10.29.42	10. 7.17,30	»	77.52.14,7	»
17....	10.25.10	10. 6.41,57	»	77.48.16,3	»
18....	10.20.39	10. 6. 6,52	»	77.44.28,9	»
20....	10.11.41	10. 4.59,96	»	77.37. 4,8	»
		(58) Concordia (1).			
Mars 9....	11.20.36	10.30.43,86	— 3,74	80.41.55,3	—13,8
15....	10.52.39	10.26.21,87	— 3,92	»	»
16....	10.48. 3	10.25.41,35	— 3,83	79.57.28,4	—14,0
17....	10.43.28	10.25. 1,90	— 3,68	»	»
18....	10.38.54	10.24.23,32	»	»	»
20....	10.29.48	10.23. 9,72	»	79.34.32,0	»
		(209) Didon.			
Mars 14....	11.36.59	11. 6.52,83	»	81.25.55,7	»
15....	11.32.22	11. 6.11,63	»	81.23.20,2	»
16....	11.27.33	11. 5.17,74	»	81.20.38,8	»
17....	11.22.50	11. 4.30,82	»	81.18. 0,0	»
18....	11.18. 8	11. 3.44,33	»	81.15.27,6	»
22....	10.59.25	11. 0.44,77	»	81. 6.10,4	»
		(169) Zélia (2).			
Mars 22....	11.24.24	11.25.47,46	»	86.23. 7,2	»

» La comparaison de Nausikaa se rapporte à l'éphéméride publiée dans le n° 173 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*. Les autres comparaisons se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. Henri Renan. »

---

(1) Les observations des 15, 17, 18 et 20 mars sont douteuses, l'astre étant très faible.

(2) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

GÉOGRAPHIE. — *Nouvelle Note sur le projet de création, en Algérie et en Tunisie, d'une mer dite intérieure;* par M. É. COSSON. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois l'Académie du projet d'établissement d'une mer dite intérieure par M. Roudaire. Mes communications insérées dans les *Comptes rendus* et le travail d'ensemble que j'ai publié en 1880 dans le *Bulletin de la Société de Géographie* me paraissaient réfuter les assertions et les hypothèses sur lesquelles on a appuyé ce projet. Aussi ai-je laissé passer les réponses qui m'ont été faites, croyant la question jugée. Mais, puisqu'une Commission, dont je ne fais pas partie, vient d'être appelée par le Gouvernement à donner son avis, je demande à l'Académie la permission de discuter ici, devant une assemblée compétente et impartiale, les bases principales du projet de M. Roudaire et les résultats qu'il en espère.

» La Commission devra, vous le savez, étudier le projet : 1° au point de vue technique; 2° au point de vue de la météorologie, des cultures, de la salubrité et de l'hygiène; 3° au point de vue politique, commercial et maritime.

» J'insisterai surtout sur les deux derniers sujets de cette étude, et j'ai l'honneur de réclamer de l'Académie sa bienveillante attention. J'aurai, et je le regrette, à combattre les opinions soutenues par d'éminents confrères. Le Rapport de M. le général Favé (*Comptes rendus,* séance du 21 mai 1877) et une Note de M. d'Abbadie (*ibid.,* 28 mai 1877) ont été si souvent invoqués contre moi que je me vois dans la nécessité de les discuter. C'est, du reste, par une équivoque que les défenseurs du projet présentent le Rapport de M. Favé comme l'expression de l'opinion de l'Académie. L'Académie par son vote en a approuvé seulement les conclusions, qui se rapportent à l'opportunité de continuer les recherches. Le texte est resté, suivant l'usage, l'œuvre du rapporteur, sur laquelle elle n'avait pas à délibérer et qui a même été, de la part de deux des membres de la Commission dont la compétence ne peut être contestée, l'objet des réserves les plus formelles [1].

---

[1] M. Dumas, au nom de M. Daubrée et au sien, déclare que, tout en s'associant aux conclusions du Rapport, en rendant justice au zèle et au courage du capitaine Roudaire,.... ils ont fait, comme membres de la Commission, quant au fond de la question, des réserves expresses sur la convenance, l'utilité et la possibilité de l'établissement d'une mer intérieure dans les chotts. » (*Comptes rendus,* séance du 21 mai 1877.)

POINT DE VUE TECHNIQUE.

» .... A la suite des premières études faites par M. Roudaire dans le Chott Melghir, en vue du rétablissement du vaste bassin qu'il supposait avoir été en communication avec la Méditerranée, il suffisait de percer un canal à travers le relief de Gabès.

» Plus tard, après des études plus étendues et plus complètes, on reconnaissait que l'œuvre était moins simple : il fallait non seulement percer le relief de Gabès, mais creuser dans le lit du Chott El-Djerid un canal qui, par la dissolution du sel et au moyen de dragages d'une exécution facile, amènerait les eaux au seuil de Kriz; puis creuser le seuil de Kriz, ce qui permettrait de remplir le Chott El-Gharsa; enfin, pratiquer dans le seuil d'Asloudj un autre canal pour remplir le Chott Melghir. La mer atteignait ainsi les plages algériennes de l'Oued-Rir.

» Une troisième mission amène de nouvelles complications : il faut maintenant déverser les eaux de la Méditerranée par-dessus le relief de Gabès au moyen de deux machines à vapeur, chacune de 550 chevaux; obtenir par des dragages, en utilisant non seulement les eaux de la Méditerranée fournies par les machines, mais aussi celles fournies par l'Oued El-Hammam et par les nappes superficielles et profondes, soit le creusement d'un canal dans toute la longueur des Chott Fedjedj et Djerid, soit le creusement de toute l'étendue du bassin de ces deux Chott; puis, les eaux atteignant le relèvement de Kriz, percer ce relief, de manière à pouvoir déverser dans le Chott El-Gharsa, malgré sa faible étendue relative, les eaux, les sables, les vases fournies par le grand Chott El-Djerid; enfin, pratiquer le percement du seuil d'Asloudj (moins simple qu'on ne le dit, en raison des reliefs élevés et des fonds vaseux) qui permettra de déverser dans le lit du Chott Melghir, à pentes généralement presque insensibles et à contour découpé, surtout dans la partie sud-est, le mélange d'eaux douces, d'eaux salées, de sables, de vases, de détritus résultant d'un travail dont la durée est évaluée par M. Roudaire à plus de huit ans.

» Ce dernier projet, le seul qui soit en question aujourd'hui, ne sera probablement pas le dernier....

MÉTÉOROLOGIE, SALUBRITÉ ET HYGIÈNE, CULTURES.

» Un des principaux arguments de M. Roudaire à l'appui de son projet, argument qu'il reproduit avec complaisance, c'est que la mer amènerait

des pluies ([1]), augmenterait le débit des cours d'eau et contribuerait ainsi à la fertilité du sol entre l'Aurès et les Chott. On oublie que ce ne sont pas les eaux qui manquent au pied des Monts Aurès, puisque l'insalubrité actuelle du pays, spécialement celle de la Farfaria, est le résultat même de la trop grande abondance des eaux déversées par les vallées descendant de l'Aurès.

» .... Non seulement la mer projetée n'amènerait pas de pluies; mais le creusement du canal et de la mer qui doit le terminer entraînerait le drainage des eaux superficielles et serait de nature à compromettre la qualité des eaux de la nappe artésienne qui alimente les oasis.

» .... Les eaux ne manquent pas si l'on sait, comme les Romains, en tirer bon parti, les amener là où il en faut et les dériver là où elles sont trop abondantes.

» Je reconnais, avec MM. Roudaire et Favé, que l'évaporation de la nouvelle mer serait très intense; il serait toutefois bien difficile d'en apprécier l'importance, même approximativement, vu l'incertitude dans laquelle laisse le travail de M. Roudaire sur l'étendue des surfaces qui seraient recouvertes par les eaux.

» Quant à l'opinion de MM. Roudaire et Favé, qui admettent que c'est la barrière qu'opposerait la chaîne de l'Aurès au transport des vapeurs vers le nord qui déterminerait les précipitations pluviales sur le versant sud de cette chaîne, elle n'est nullement justifiée. Les vapeurs, surchauffées par les températures élevées du Sahara et poussées par les vents du Sud, généralement assez violents, les seuls qui les dirigeraient vers l'Aurès, seraient évidemment entraînées bien au delà.

» On a attribué aux flaques d'eau et aux surfaces exondées des Chott une influence sur la salubrité qu'elles n'ont pas, au moins dans l'Oued-Rir. On ne contestera pas, en effet, qu'en été et souvent dès le printemps, le lit desséché du Chott est couvert d'une couche de sel cristallisé et continue, et que les flaques d'eau qui peuvent y persister sont sursaturées de sel. Cette salure générale est un obstacle presque absolu à la décomposition

---

([1]) M. de Lesseps (*Comptes rendus*, séance du 22 juin 1874) a dit que le remplissage des lacs Amers a modifié d'une façon notable les conditions climatériques de l'isthme de Suez. Mais pour l'isthme les conditions sont bien différentes de celles qui existeraient pour la mer intérieure : dans le canal de Suez soufflent alternativement les vents de la Méditerranée et ceux de la mer Rouge, or les précipitations fluviales se produisent, comme on le sait, surtout à la rencontre des vents en sens contraire.

des matières végétales et animales.... Les conditions sont toutes différentes après les pluies d'automne, quand les plages du Chott, généralement à pentes presque insensibles, sont recouvertes d'une mince couche d'eau salée et que, sur de nombreux points, à l'embouchure de toutes les ravines, se produisent incessamment des infiltrations lentes d'eau douce. Alors par leur mélange avec les eaux saumâtres du lit du Chott elles deviennent de véritables foyers de pestilence. Je n'ai donc pas dit par mégarde que le Chott n'exerce en été qu'une bien faible influence sur la salubrité du pays.

» Quand M. d'Abbadie (*Comptes rendus*, séance du 23 juillet 1877) parle des torrents qui se jettent dans les Chott et de la « végétation luxuriante de roseaux qui, en prolongeant la durée de l'évaporation, la rendent plus délétère », il fait un tableau inexact pour l'ensemble de la région où les végétaux dominants sont des Salsolacées et où il n'existe pas de roseaux, si ce n'est peut-être dans une faible partie de la Farfaria, aux environs d'El-Faïd.

» .... Si la mer intérieure, d'une étendue si faible relativement à l'immensité de la région désertique, ne saurait exercer une influence sur le climat, elle entraînerait certainement les plus graves conséquences pour les jardins de Dattiers, sans lesquels les oasis n'existeraient pas. Les buées en effet, et les effluves marins que soulèveraient les vents, surtout ceux du nord et du sud, dont la violence est souvent un fléau pour la région, ou feraient périr les Dattiers ou en empêcheraient le développement régulier dans les nombreuses et riches oasis situées au voisinage des Chott. La mer intérieure submergerait en outre un certain nombre d'oasis, ainsi qu'une grande partie des riches terrains de la Farfaria.

POINT DE VUE POLITIQUE, COMMERCIAL, MARITIME.

» .... La mer intérieure est inutile pour assurer la sécurité de nos possessions algériennes. En cas d'insurrection, s'il fallait opérer dans le sud par le Souf, elle nous forcerait à subir les lenteurs et les difficultés d'un embarquement et d'un débarquement, ou à faire un long détour, tandis que maintenant presque partout le trajet à parcourir peut se faire sans retard Combien il serait préférable, au point de vue de la rapidité des transports, de prolonger le chemin de fer de Biskra, actuellement en cours d'exécution, jusqu'à Tougourt, ou mieux jusqu'à Temacin ! De là on tiendrait réellement la clef du pays. Et si l'on voulait assurer davantage la sécurité de notre colonie algérienne, ne pourrait-on pas établir un chemin de fer de

Ghadamès à Gabès, en contournant les grandes dunes. Au moyen de cette voie ferrée, on agirait directement sur les soulèvements qui peuvent se produire dans la Tripolitaine.... Après l'établissement du chemin de fer de Biskra et son prolongement inévitable vers le sud jusqu'à Ouargla ou près de Ouargla, par Tougourt et Temacin, la mer intérieure, on le voit, n'a pas de raison d'être au point de vue stratégique, et la voie ferrée, au lieu d'en être le complément, comme on l'a dit, en est la négation.

» Ni M. Roudaire, ni M. de Lesseps n'ont répondu à une question que je leur ai posée et qui cependant demandait une réponse : la nouvelle mer interdirait aux Arabes nomades de la Tunisie l'accès des pâturages sahariens, où chaque année, comme M. Roudaire le sait, ils conduisent leurs troupeaux en hiver. Il leur faudrait, pour gagner ces pâturages ou embarquer leurs troupeaux ou contourner la mer par un long circuit. Dans ce dernier cas, que de difficultés, que de conflits n'auraient-ils pas à subir de la part de nos populations algériennes qui ne sauraient accepter le dommage que leur causerait une semblable immigration au milieu de leurs pâturages! Or on sait que la plupart des insurrections dans le Sahara ont été déterminées par des motifs qui étaient loin de présenter une telle gravité.

» En général, les routes commerciales les plus suivies sont celles qui sont les plus courtes en même temps que les plus faciles. Quand il s'agit de la mer intérieure, il paraît que cela n'est plus vrai.

» On sait que tout le commerce du Sahara oriental, la route de Ouargla étant aujourd'hui délaissée, se fait par Ghadamès [1] où les caravanes convergent nécessairement pour éviter la traversée des grandes dunes du sud. Or, de Ghadamès à Gabès, le trajet par la mer intérieure est presque double du trajet par terre entre ces deux villes et de celui entre Ghadamès et Tripoli. Il est même plus que double si l'on tient compte des difficultés à surmonter. Outre cet excédent de parcours, de Ghadamès, pour gagner la mer intérieure, les caravanes auront à subir dix journées de marche dans les sables des dunes et sans eau, c'est-à-dire des difficultés et des dangers sans nombre. En suivant, au contraire, la route actuelle sur Tripoli, elles trouvent un pays habité et d'un trajet relativement facile.

» Le chemin de fer de Biskra, prolongé jusqu'à Tougourt ou Temacin, surtout si, par l'établissement de puits et l'amélioration de la route on faci-

---

[1] Il est facile de s'en convaincre par l'examen de la *Carte de l'Afrique occidentale* publiée par ordre de M. le Ministre des travaux publics.

litait la traversée des dunes, offrirait, au contraire, des avantages réels. Les marchandises, une fois mises en wagon, rejoindraient le réseau algérien et seraient transportées rapidement aux ports d'embarquement les plus favorables aux intérêts du commerce, tandis que par la mer intérieure les marchandises arriveraient à Gabès qui, actuellement, n'est pas un centre commercial.

» .... Le golfe de Gabès, la Petite-Syrte, est mauvais pour la navigation; les anciens eux-mêmes, dont les navires d'un faible tonnage n'avaient pas besoin de rade de fond, le considéraient comme dangereux....

« .... Si les caravanes ne viennent pas, dit M. Roudaire, échanger leurs » produits sur notre littoral, c'est non seulement parce qu'elles auraient » à faire un trajet plus long que pour se rendre à Tripoli ou au Maroc, » mais encore parce qu'elles traverseraient notre colonie dans toute sa pro- » fondeur, qu'elles relèveraient de notre autorité dans ce parcours, et » qu'elles craindraient ainsi de compromettre leur indépendance. » (*Revue des Deux-Mondes, loc. cit.*, p. 349.)

» Que cela est changé! C'est vers la mer intérieure maintenant que, pour les besoins de la cause, convergeront toutes les caravanes,..... Je ne puis que répéter que les caravanes ne prendront pas la route de la mer intérieure, parce que cette route est la plus longue, et qu'elles ne pourront pas y pratiquer le commerce des esclaves, seul commerce important des caravanes du centre de l'Afrique, comme elles le font sur les deux autres grandes routes commerciales.

» En résumé, au point de vue politique, commercial et maritime, l'utilité de la mer intérieure est nulle. Son existence à ces divers points de vue ne changerait rien à l'état actuel. Pour un centre commercial, il faut des marchandises ou des productions agricoles, et on ne nous dit pas les marchandises et les produits nouveaux qui pourraient assurer un trafic suffisant.

» Pour ne pas abuser de la bienveillance de l'Académie, je me suis borné à présenter ces seules observations, me réservant de traiter plus amplement la question dans la Note qui paraîtra en même temps que les *Comptes rendus*. »

GÉOGRAPHIE. — *Réponse à la Note de M.* Cosson, par M. DE LESSEPS.

« Il a déjà été répondu plusieurs fois aux objections que M. Cosson renouvelle aujourd'hui devant l'Académie. Néanmoins, puisqu'il persiste à les reproduire, je vais les passer rapidement en revue.

» 1° La surélévation du premier chott n'est pas un obstacle à la réalisation du projet. M. Roudaire en a tenu compte dans le devis de travaux à exécuter, devis qui ne s'élève qu'à soixante-quinze millions. La question est, d'ailleurs, soumise à l'examen de la sous-commission technique instituée au Ministère des Affaires étrangères.

» 2° Les farfaria sont des marécages très insalubres. Les roseaux gigantesques que l'humidité y fait croître pendant l'hiver se dessèchent, pourrissent pendant l'été et deviennent une source de pestilence. Les Arabes le savent si bien qu'à partir du mois de mai ils fuient les abords de ces régions empestées. Ces marais sont absolument incultes et il est impossible de les assainir, car ils se trouvent à 20^m ou 30^m au-dessous du niveau de la mer. La création de la mer intérieure aura pour résultat de les enfouir sous une couche profonde d'eaux vives, et par conséquent de faire disparaître ce foyer de pestilence.

» 3° Les émanations de l'eau de mer ne sont jamais insalubres, comme l'a déjà fait ressortir notre éminent confrère, M. d'Abbadie. Les bords du lac Mensaleh, où cependant le mélange des eaux salées et des eaux douces est continuel, sont très sains et habités par la population la plus robuste de toute l'Égypte.

» 4° Le voisinage de la mer n'est pas nuisible à la culture du palmier; ainsi que je l'ai déjà dit à plusieurs reprises, les grandes forêts de dattiers qui croissent autour du lac Mensaleh, du côté de Salahieh Koreïn, fournissent les meilleures dattes de l'Égypte.

» 5° Autant il est évident que la mer intérieure modifiera le climat des régions avoisinantes, et par conséquent de l'Algérie et de la Tunisie, autant il est inadmissible qu'en augmentant de un deux-centième environ la nappe d'eau qui s'étend au sud de l'Europe, on puisse en changer le climat.

» 6° En ce moment les chotts ne sont une barrière que pour nous et non pour les Arabes qui, grâce à la connaissance parfaite de ces endroits dangereux, les traversent dans tous les sens en prenant des précautions qui n'entrent pas dans nos habitudes.

» Une fois la mer créée, au contraire, nous pourrons la traverser à vo-

lonté avec nos transports, tandis qu'elle constituera un obstacl absolument infranchissable aux Arabes. Cela est si vrai que pas une caravane, ni même un Arabe isolé, ne peut traverser le canal de Suez.

» 7° M. Cosson dit que la mer intérieure peut être avantageusement remplacée par des chemins de fer, au point de vue des communications et du mouvement de nos troupes. Je reconnais que plus on fera de chemins de fer en Algérie et mieux cela vaudra. Mais les chemins de fer, de même que les routes, peuvent être facilement coupés par des tribus insurgées entre Constantine et Biskra, et alors Biskra serait isolée, comme elle l'a déjà été une fois, lorsque la garnison et les colons français ont été massacrés.

» 8° La contrebande se fait aujourd'hui sur toute la côte Tripolitaine, et entre chez nous par le sud de la Tunisie et de l'Algérie, ce qui deviendra impossible avec le bassin aquatique formé par la mer intérieure et la facilité que l'on aura de visiter toute embarcation entrant dans le canal.

» 9° Quant à la profondeur naturelle des eaux dans le golfe de Gabès, à l'entrée du canal, il suffit de consulter la Carte hydrographique de notre confrère, M. l'amiral Mouchez, pour voir que le tirant d'eau, en face de l'entrée du canal, permettra l'accès de tous les navires.

» En ce qui concerne les autres questions soulevées par M. Cosson, la Commission nommée par M. le Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères, les a comprises dans son programme. Elle les examinera avec l'intérêt que mérite le travail de notre confrère, M. Cosson. »

M. **Alph. Milne-Edwards** présente, en son nom et au nom de son collaborateur, M. Alfred Grandidier, le deuxième fascicule du texte et les Tomes II et III de l'Atlas de l'*Histoire naturelle des Oiseaux de Madagascar*. Ces deux Volumes contiennent 266 Planches, ce qui porte à 400 le nombre total des Planches relatives à l'Ornithologie. Le fascicule de texte comprend les Chapitres relatifs aux Salanganes, aux Martinets, à plusieurs genres spéciaux à la faune malgache, tels que les Brachypteracias, les Atelornis et les Leptosomes, aux Syndactyles et à divers autres Passereaux.

Ces Volumes sont des Tomes détachés du grand Ouvrage dont M. Grandidier a commencé la publication en 1875, sous le titre d'*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Tambours spiraloïdes pour les câbles d'égale résistance.* Mémoire de M. **Haton de la Goupillière.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Jordan).

« Parmi les moyens qui ont été proposés pour obtenir la régularisation de l'extraction dans les puits de mines, l'un des plus récents consiste dans l'emploi de tambours spiraloïdes dont le profil doit être constitué de telle sorte que le rayon d'enroulement se modifie à chaque tour en raison inverse du poids variable avec la longueur du câble. La plupart du temps, on construit ces appareils par approximation, et cependant il est possible d'apporter à cette détermination une complète rigueur. Déjà Gerstner et depuis lui M. Dwelshauvers-Dery ont résolu le problème pour les câbles de section uniforme. Mais ces derniers deviennent insuffisants pour les profondeurs toujours croissantes qu'atteint aujourd'hui l'art des mines; on est obligé de leur substituer les câbles diminués, et les théories précédentes deviennent par là complètement inapplicables. J'ai cherché à combler cette lacune, et tel est l'objet du présent travail. Pour lui donner une exactitude définitive au point de vue théorique, j'y envisage, au lieu des approximations dont on se contente habituellement, la forme rigoureuse du câble d'égale résistance, dont le profil est, comme l'on sait, une logarithmique.

Cette étude comprend deux parties. La première renferme les propriétés générales de tout système d'extraction, d'équilibre rigoureux, *quelle que soit la forme de son câble*, que celui-ci soit cylindrique d'un bout à l'autre, ou formé de mises cylindriques successives, qu'il soit conique, logarithmique, ou même de telle forme que l'on voudrait imaginer sans qu'elle fût motivée par aucune raison de pratique effective. Dans ces conditions complètement générales on obtient des théorèmes tels que les suivants :

» *La rencontre des cages marque nécessairement le milieu de la révolution de l'arbre moteur, mais non de la hauteur du puits. Elle se trouve au contraire toujours au-dessous du milieu de la profondeur.*

» *Le nombre total de tours est celui qui serait nécessaire pour enrouler l'ensemble du câble sur un treuil cylindrique qui aurait pour diamètre la moyenne arithmétique des diamètres extrêmes du tambour.*

» *La moyenne arithmétique des rayons d'enroulement simultanés des deux câbles reste invariable.*

» *La moyenne arithmétique des vitesses simultanées des deux cages reste également invariable.*

» *La distance mutuelle des cages varie proportionnellement à l'angle décrit par la machine*, etc.

» Dans une seconde partie je fais usage de ces propriétés générales pour obtenir la détermination du tambour d'équilibre dans le cas du câble logarithmique qui représente la forme exacte d'égale résistance. Les équations permettent d'obtenir les valeurs rigoureuses des rayons d'enroulement. Mais comme elles sont compliquées, je leur substitue, en terminant, des formules plus simples, au moyen d'approximations qui n'altèrent aucune des décimales que la pratique la plus rigoureuse peut tenir à conserver. Cette erreur n'est, en effet, en prenant comme exemple un puits de 700^{m}, que de un cent-millième du rayon maximum du tambour spiraloïde. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de plusieurs composés organiques par le moyen de l'électrolyse de l'eau, de solutions acides alcalines et alcooliques, avec des électrodes de charbon.* Note de MM. **A. Bartoli** et **G. Papasogli**, présentée par M. Jamin.

(Renvoi à l'examen de M. Berthelot.)

« Dans ses recherches sur les polarités galvaniques ([1]), l'un de nous a remarqué que le charbon de cornue ou de bois, ou le graphite, sous l'action du courant, se désagrégeait fortement ; en outre, pendant que l'électrolyte se colorait plus ou moins en noir, selon sa nature et la nature du charbon, le gaz qui se dégageait au pôle positif avait un volume moindre que le volume normal. Où allait l'oxygène ? Telle fut la demande que nous nous fîmes, et pour la résoudre nous entreprîmes les recherches que nous allons brièvement exposer.

» Nous avons expérimenté sur le graphite de diverses provenances, sur le charbon de cornue et le charbon de bois purifiés par le chlore à haute température.

» Avec le charbon de cornue ou de bois comme électrode positive, et l'eau distillée comme électrolyte, nous dûmes employer une puissante batterie (1200 daniells) pour vaincre la résistance du voltamètre.

([1]) Bartoli, *Le leggi delle polarità galvaniche* (*Atti della R. Accademia dei Lincei*, vol. VIII, p. 89; 1880).

» Après deux jours du passage du courant, l'électrolyte avait pris une coloration brune et acquis une légère réaction acide ; conséquemment, il était devenu conducteur. La pile fut alors réduite à 100 éléments Bunsen, et, après dix jours, il suffit de 20 bunsens, qui fonctionnèrent pendant trente jours. Après ce temps, l'eau s'était colorée en noir; l'électrode de charbon, qui pesait environ 500gr, était totalement désagrégée, et au fond du voltamètre il s'était déposé une épaisse couche bourbeuse. En analysant l'électrolyte, nous y avons trouvé de l'acide mellique et quelques-uns de ses dérivés, tels que les acides hydromellique, pyromellique et hydropyromellique.

» Dans le dépôt qui s'était formé au fond du voltamètre nous avons trouvé, mélangée au charbon désagrégé, une matière noire soluble dans l'eau chaude, soluble dans les alcalis, insoluble dans la plupart des acides minéraux, et des dissolvants ordinaires, tels que les alcools, la benzine. Nous avons donné à cette substance le nom de *mellogène,* parce que, en s'oxydant, elle produit les acides de la série benzocarbonique.

» Le mellogène pur est une matière solide, noire, très brillante, dont la cassure ressemble à celle du charbon de terre : il est soluble, comme nous avons dit, dans l'eau, dans les hydrates alcalins et dans l'acide sulfurique monohydraté ; l'addition d'un peu d'eau à cette solution détermine la précipitation du mellogène ; il n'est pas soluble dans les alcools les plus ordinaires, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine, etc. Le mellogène ne fond pas; il brûle difficilement; il n'est pas cristallisable; il possède un pouvoir colorant énergique. Sa solution aqueuse est précipitée par les solutions des acides et des sels minéraux. Beaucoup de ces précipités sont formés simplement de mellogène pur, mais ceux qu'on obtient avec les sels barytiques, plombiques, cupriques, sont de véritables combinaisons.

La propriété la plus saillante de ce corps est celle qu'il a de se combiner facilement avec l'oxygène et de donner naissance à des acides de la série benzocarbonique. La solution aqueuse du mellogène, exposée pendant plusieurs mois à l'air, s'acidifie en produisant de l'acide mellique, etc. Le meilleur oxydant est l'hypochlorite de soude; ce réactif ne réagit pas avec le charbon de cornue ou le graphite; avec le mellogène, le liquide s'échauffe, le mellogène se consume et dans le liquide on trouve les acides déjà nommés. Le mellogène, desséché à la température ordinaire, contient de l'eau; cette eau est chassée en partie à la température de 130°; entre 130° et 170° il n'y a aucune perte, mais à plus haute température l'eau e chassée entièrement.

» L'analyse du mellogène desséché à 140° nous a donné :

C........................	66,65
H........................	1,09
O........................	32,26

La formule la plus simple qui corresponde à ces résultats est



$$C^{11}H^{2}O^{4}.$$

» Le composé barytique correspond à la formule $C^{11}HBaO^{4}$.

» Quand, au lieu d'eau distillée, on emploie pour électrolytes des solutions alcalines (hydrates ou carbonates), on trouve toujours, après quelques jours du passage du courant, une quantité notable d'acide mellique et de ses congénères et très peu de mellogène; les premiers produits manquent au contraire presque totalement, et le second est abondant si l'électrolyte est acide (acide sulfurique, nitrique, chlorhydrique, formique, acétique, oxalique, etc.).

» On n'a pas le même résultat quand on emploie pour électrolyte l'acide phosphorique; en effet, dans ce cas, le mellogène se combine au phosphore et donne naissance au phosphomellogène.

» Nous avons aussi étudié les gaz qui se développaient sur les électrodes. Au pôle négatif, on a toujours un abondant développement d'hydrogène; au pôle positif, on trouve un mélange d'anhydride carbonique, d'oxyde de carbone et un peu d'oxygène.

» Le graphite employé comme électrode positive dans les solutions d'hydrates et de carbonates alcalins est facilement réduit en poudre, et, dans l'électrolyte, on trouve les acides benzocarboniques. Dans les électrolytes acides (sulfurique, nitrique, etc.), le graphite donne de l'acide graphitique qu'on trouve au fond du voltamètre mêlé avec la poudre de graphite.

» Nous avons aussi étudié l'action du charbon de cornue, pris comme électrode positive, sur d'autres corps, tels que les alcools, la glycérine, le phénol [1].

» Le phénol dissous dans l'hydrate de potassium est entièrement détruit sous l'action du courant et du charbon. Il est transformé presque totalement en une substance qu'on trouve dissoute dans le liquide alcalin. Elle est insoluble dans les acides minéraux, l'éther, la benzine, soluble dans l'alcool;

---

(1) *Nuovo Cimento,* série 3, t. VIII, p. 278 (1880); t. X, p. 204, 228, 266, 274. — *Gazzetta chimica italiana,* t. XI, p. 236, 466.

elle est noire, incristallisable, infusible. L'analyse nous a donné le résultat suivant :

C........................	66,01
H........................	4,18
O........................	29,81

» Elle réduit la liqueur cupropotassique, et, bouillie avec de l'eau acidulée, est transformée en deux autres substances ([1]). »

M. **Jousseaume** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Bel** adresse, pour le concours du prix Penaud, un Mémoire manuscrit, portant pour titre : « Aérostat dirigeable ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Note imprimée, portant pour titre : « Sur des sensations que l'auteur éprouve dans les yeux », par *J. Plateau*;

2° Un Ouvrage de M. *Ch. Bardy*, portant pour titre : « Sucre de betterave, fabrication, raffinage et analyse. Conférences de 1881 »;

3° Plusieurs Notices de M. *K.-W. Zenger*, relatives à des modifications apportées à divers instruments d'Optique;

4° Des « Listes chronologiques du haut personnel des travaux publics, de 1599 à 1882 », dressées par M. *Cheysson*.

MM. **F. Raoul Duval**, **Prillieux**, **Schlœsing** prient l'Académie de les comprendre au nombre des candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *Decaisne*.

([1]) La combinaison de l'oxygène électrique avec le carbone est un fait que nous avions déjà observé en 1879. Nous sommes surpris de voir ce fait publié par M. Donato Tommasi (*Comptes rendus*, p. 790, 14 novembre 1881). Avant nous, Faraday avait trouvé que le charbon employé dans l'électrolyse de l'eau acidulée s'oxyde et dégage de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique (Wurtz, *Dictionnaire de Chimie*, t. I, p. 1220).

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans ma dernière Communication, j'ai montré que, si l'on sait intégrer l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = i[f(\alpha+i\beta) - \varphi(\alpha-i\beta)]z, \tag{1}$$

on pourra obtenir toutes les surfaces dont les lignes de courbure ont pour image sphérique l'un quelconque des systèmes orthogonaux *correspondants* à l'équation

$$y'' = y[f(x) + m]. \tag{2}$$

» Je vais compléter aujourd'hui ce résultat en établissant que l'on peut déduire de l'équation (1) une suite illimitée d'équations de même forme, et qui seront toutes intégrables dès que l'équation (1) le sera elle-même. Je m'appuierai pour cela sur la belle proposition suivante, que l'on doit à M. Moutard : « Toutes les fois que l'on sait intégrer l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \lambda z, \tag{3}$$

on sait aussi trouver l'intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \omega\frac{\partial^2\left(\frac{1}{\omega}\right)}{\partial\alpha\,\partial\beta}z, \tag{4}$$

où ω désigne une solution particulière quelconque de l'équation (3). »

» Appliquons ce résultat aux équations de la forme (1), mais choisissons la solution ω parmi celles qui sont de la forme

$$\omega = \theta(\alpha+i\beta)\,\sigma(\alpha-i\beta);$$

nous serons ainsi conduits à l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = i\left[\theta\left(\frac{1}{\theta}\right)'' - \sigma\left(\frac{1}{\sigma}\right)''\right]z, \tag{5}$$

qui est de la même forme que l'équation (1). Nous pouvons donc énoncer la proposition suivante :

» *Toutes les fois que l'on saura résoudre le problème de la représentation*

sphérique pour les systèmes orthogonaux correspondants à l'équation

$$(6) \qquad y'' = y f(x),$$

on saura aussi le résoudre pour les systèmes correspondants à l'équation

$$(7) \qquad y'' = y\left[\theta\left(\frac{1}{\theta}\right)'' + m\right],$$

où θ désigne une solution de l'équation (6). Plus généralement, chaque solution particulière du premier problème donnera, par une quadrature, une solution du second.

» L'application de cette proposition paraît extrêmement limitée, car il semble que l'on sera immédiatement arrêté par la nécessité d'intégrer l'équation (7), qui fait connaître les nouveaux systèmes orthogonaux. Il me paraît donc très curieux que cette intégration n'offre aucune difficulté, et puisse toujours être obtenue, comme cela résulte du théorème suivant :

» *Toutes les fois que l'on saura intégrer, pour toutes les valeurs de la constante m, l'équation linéaire*

$$(8) \qquad y'' = y[f(x) + m],$$

on saura aussi intégrer l'équation

$$(9) \qquad y'' = y\left[\theta\left(\frac{1}{\theta}\right)'' + m\right],$$

θ désignant une intégrale particulière de l'équation (8), où l'on a fait $m = 0$. L'intégrale de l'équation précédente sera

$$y = u' - u\frac{\theta'}{\theta},$$

u désignant l'intégrale générale de l'équation (8).

» Il est aisé de vérifier, par un calcul direct, cette proposition, sur laquelle je me propose d'ailleurs de revenir pour la rattacher à une autre plus générale. Je me contenterai de remarquer, aujourd'hui, que les équations de la forme (8), où le paramètre m prend différentes valeurs, se rencontrent fréquemment et jouent un rôle important en Physique mathématique. Il y a donc quelque intérêt à montrer que l'on sait augmenter indéfiniment le nombre de celles dont l'intégration peut être obtenue. En tous cas, appliquée au problème que je m'étais proposé, la proposition précédente montre que, lorsqu'on saura résoudre, totalement

ou en partie, le problème de la représentation sphérique pour les systèmes orthogonaux correspondants à l'équation (7), on saura résoudre le même problème pour une suite illimitée de systèmes orthogonaux correspondants à des équations que l'on saura toutes intégrer, et qui contiendront un nombre de constantes de plus en plus grand.

» Je remarquerai, en terminant, que le théorème précédent aurait pu se déduire de la proposition de M. Moutard, que j'ai rappelée au début de cette Note. Cette proposition se rapporte à des fonctions de deux variables; mais M. Moutard a remarqué, il y a déjà longtemps, que l'on pouvait en déduire des résultats relativement aux équations linéaires du second ordre à une seule variable indépendante. Je citerai à ce sujet une Note *Sur les équations différentielles linéaires du second ordre*, présentée par ce savant géomètre à l'Académie le 22 mars 1875 (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 729). Toutefois les résultats obtenus dans cette Note s'appliquent à une question tout à fait différente de celle que j'avais traitée et ne me paraissent pas contenir la proposition relative aux équations linéaires à une variable indépendante, dont j'ai donné plus haut l'énoncé. »

PHYSIQUE. — *Sur les conditions d'achromatisme dans les phénomènes d'interférence*. Note de M. A. **Hurion**, présentée par M. Cornu.

« Un travail récent de M. Cornu ([1]) contient l'énoncé du principe suivant :

« Dans un système de franges d'interférences, produites à l'aide d'une » lumière hétérogène, ayant un spectre continu, il existe toujours une » frange achromatique qui joue le rôle de frange centrale, et qui se trouve » au point du champ où les radiations les plus intenses présentent une » différence de phase maximum ou minimum. »

» Je suis parvenu à vérifier expérimentalement l'exactitude de cet énoncé dans un cas particulier. On produit les franges d'interférence à l'aide des miroirs de Fresnel faisant un angle saillant, de façon à obtenir deux sources interférentes réelles, ainsi que l'a indiqué M. Mascart ([2]).

» On place sur les sources interférentes une cuve de verre mince à deux compartiments, de telle façon que chacun d'eux soit éclairé par une source unique. Les franges ne sont pas déplacées; mais elles disparaissent quand

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 811.
([2]) *Journal de Physique*, t. I, p. 23.

on remplit d'eau l'un des compartiments. On substitue à ce moment la fente d'un spectroscope à la loupe d'observation, et l'on obtient le spectre cannelé de MM. Fizeau et Foucault [1]. Si l'on tourne dans un sens convenable la vis qui sert à déplacer l'un des miroirs parallèlement à lui-même, en pointant la raie D, on voit les franges se mouvoir en s'élargissant. Bientôt elles deviennent diffuses et leur mouvement change brusquement de sens; c'est qu'alors la frange centrale se trouve sur la fente du spectroscope. Le retard dû au déplacement du miroir paraît devoir être optiquement équivalent au retard produit par la lame pour la lumière de longueur d'onde λ_D. Mais, pour évaluer le premier de ces retards, il suffit d'enlever la cuve : on obtient alors un nouveau spectre cannelé dans lequel on peut compter le nombre de franges comprises entre deux raies données. On en déduit très simplement le nombre F de franges que le déplacement du miroir a fait passer sur la raie D. Si la compensation s'établit comme on l'a supposé, on doit avoir, en désignant par e l'épaisseur de la couche liquide et par m l'indice de réfraction de l'eau pour la raie D,

$$(m-1)e = F\lambda_D.$$

Or, pour une valeur de e voisine de $0^{mm},46$, l'expérience donne pour F le nombre 272,6; d'où l'on déduit pour m la valeur 1,349, visiblement inexacte.

» Si, au contraire, la différence de phase des deux rayons interférents sur la fente du spectroscope passe par un minimum pour une lumière de longueur d'onde voisine de λ_D, les équations ne seront plus les mêmes. La différence de phase φ a pour expression

$$2\pi\left[\frac{x}{\lambda} - \frac{(m-1)e}{\lambda}\right].$$

» En écrivant que l'expression $\frac{d\varphi}{d\lambda}$ s'annule pour λ_D, on aura la relation

$$F = (m-1)e\left(1 - \frac{\lambda}{m-1}\frac{dm}{d\lambda}\right).$$

» La quantité entre parenthèses peut s'évaluer facilement quand on connaît la dispersion de l'eau. On trouve ainsi

$$F = (m-1)e(1 + 0,054),$$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, p. 138.

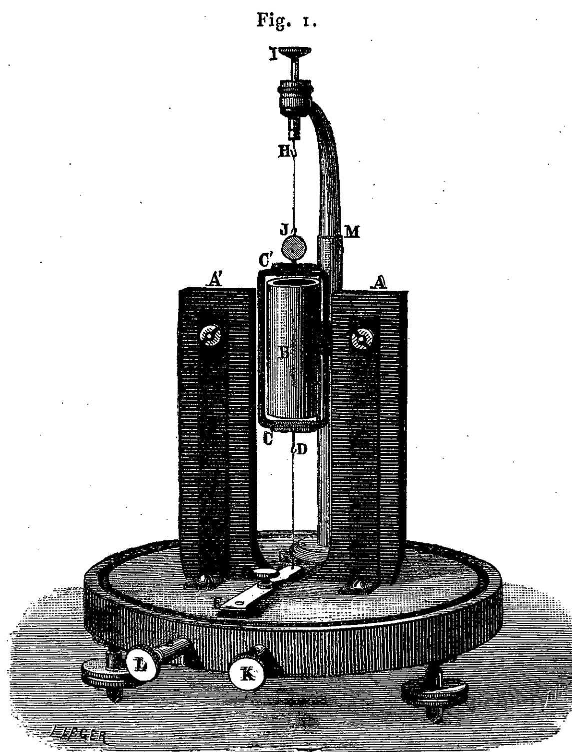
d'où on déduit pour *m* le nombre 1,334, suffisamment approché pour que la vérification soit considérée comme satisfaisante. »

ÉLECTRICITÉ. — *Galvanomètre apériodique de MM.* **Deprez** et **d'Arsonval**.

« J'ai réalisé, en collaboration avec M. d'Arsonval, un galvanomètre apériodique à indications rapides qui est surtout destiné à accuser les courants dus à des forces électromotrices très faibles, telles que celles qui résultent des actions thermo-électriques ou du passage d'un fil de quelques centimètres de longueur traversant le champ magnétique d'un petit aimant. Voici une forme de cet instrument que j'ai combinée dans le courant de l'année 1880 pour mesurer des courants d'une intensité extrêmement faible, parcourant un circuit dont la résistance extérieure (autre que celle du galvanomètre lui-même) est très considérable.

» La *fig.* 1 représente l'appareil : AA' est un aimant en fer à cheval dont

Fig. 1.



les branches sont maintenues dans une position verticale, la culasse étant encastrée dans le socle de l'appareil. Entre ces branches se trouve un cadre

rectangulaire CC′ formé d'un fil très fin faisant un grand nombre de tours. Ce cadre est relié à deux fils d'argent ou de cuivre écroué JH et DE. Le fil JH est attaché en H à l'extrémité d'une tige qui peut recevoir, à la volonté de l'expérimentateur, deux mouvements distincts, l'un de rotation pour orienter le cadre, l'autre de translation verticale, afin de placer le cadre à une hauteur convenable. Le second fil est attaché en E à une lame élastique EF dont la tension est réglée par la vis G. Ces deux fils, étant fortement tendus, déterminent dans l'espace un axe fixe autour duquel le cadre CC′ peut prendre un mouvement de rotation. Ils servent en même temps à amener le courant dans le cadre, leurs extrémités H et E communiquant respectivement avec les bornes K et L, et enfin le couple élastique qui résulte de leur torsion sous l'influence d'un mouvement angulaire du cadre CC′ sert à mesurer l'intensité du couple dû aux actions réciproques de l'aimant et du cadre lorsque ce dernier est parcouru par un courant. Un petit miroir J permet de lire les angles de torsion avec une grande précision en appliquant le procédé optique universellement employé dans tous les appareils de ce genre.

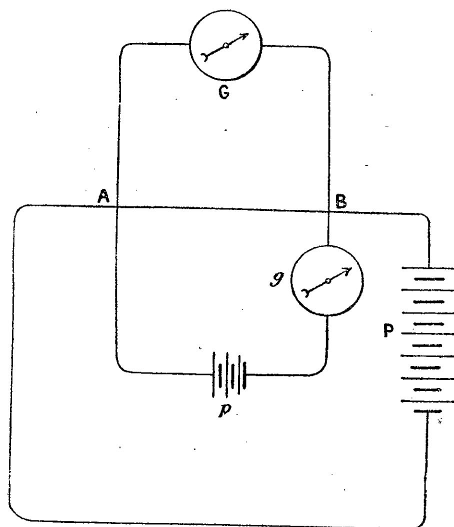
» Dans l'intérieur du cadre se trouve un tube en fer B, destiné à renforcer l'intensité du champ magnétique.

» Lorsqu'on écarte avec la main le cadre de sa position d'équilibre naturel, il y revient en exécutant une série d'oscillations qui peuvent durer un temps considérable; mais si l'on réunit les deux bornes K et L par un fil, les oscillations s'arrêtent immédiatement, et le cadre revient à sa position d'équilibre exactement comme s'il se mouvait dans un fluide de grande densité. Ce phénomène est dû aux courants d'induction déterminés dans le cadre par son mouvement dans le champ magnétique. C'est là une propriété très précieuse quand on applique l'instrument à des mesures de résistances et qui permet de les effectuer dans un temps incomparablement plus court qu'avec les appareils habituellement employés. D'ailleurs cette qualité n'est nullement achetée aux dépens de la sensibilité qui ne le cède en rien à celle des instruments les plus parfaits employés jusqu'à présent. Pour en donner une idée, il me suffira de dire qu'il accuse nettement un courant dont l'intensité est de un dix-millionième d'ampère.

» La description de ce galvanomètre m'amène naturellement à parler de la graduation des galvanomètres en général, et je vais indiquer le procédé que j'emploie maintenant et qui me paraît supérieur à tous ceux qui ont été publiés jusqu'à présent. C'est une application de la méthode imaginée par Poggendorff pour mesurer la force électromotrice des piles.

» Soient G le galvanomètre à graduer (*fig.* 2), P une pile à courant constant et p une pile dont la force électromotrice est prise pour étalon. Le courant de la pile P étant fermé par le fil PBAP, et celui p de la pile étalon par le circuit pAGBgp, on met ces deux circuits en contact par les points A et B; il en résulte que les trois portions AGB, AB et ApgB sont parcourues par trois courants dont les intensités peuvent être facilement calculées quand on connaît les résistances de ces trois portions, ainsi que celle de la portion BPA, dans laquelle se trouve la pile P, et que la force électromotrice des

Fig. 2.



piles P et p est donnée. Cela posé, si l'on se donne la résistance de la portion AGB, il est toujours possible de placer les points de contact A et B du circuit AGB avec le circuit PBAP, de façon que la portion BgpA qui contient la pile étalon ne soit parcourue par aucun courant.

» Quand cette condition est remplie (ce qu'on reconnaît à l'aide du galvanomètre témoin g), la différence de potentiel des points A et B est rigoureusement égale et de sens contraire à la force électromotrice de la pile étalon p. La portion AGB, dont la résistance est donnée, est alors parcourue par un courant dont l'intensité est immédiatement donnée par la formule $I = \frac{ne}{r}$, dans laquelle e représente la force électromotrice d'un élément de la pile étalon p, n le nombre d'éléments de cette pile et r la résistance constante AGB.

» Il est donc facile, en faisant varier n (ce qui entraîne naturellement

une variation dans la distance des points de contact A et B des deux circuits pour que le courant qui circule dans la portion BgpA soit toujours ramené à zéro), de pousser la graduation aussi loin que l'on veut. Si l'on prend pour unité le courant qui parcourt AGB lorsque $n = 1$, on peut obtenir des intensités représentées par une fraction quelconque k de cette unité, en ajoutant à la résistance connue AGB une résistance auxiliaire égale $\left(\frac{1}{k} - 1\right)r$.

» On voit que cette méthode, absolument rigoureuse, permet de graduer des instruments dont les fils ont une résistance quelconque, soit en volts, soit en ampères, sans qu'il soit besoin de connaître autre chose que la résistance de ces instruments, qui peut être déterminée avec une extrême précision, et la force électromotrice de la pile étalon. Cette dernière fonctionne d'ailleurs toujours à circuit ouvert, ce qui, comme on le sait, est une condition indispensable pour que la force électromotrice puisse être considérée comme invariable.

» Il est à peine nécessaire de faire remarquer que la pile auxiliaire P doit être composée d'un nombre d'éléments qui dépend de la limite jusqu'à laquelle on veut pousser la graduation. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la longueur des étincelles de la décharge d'un condensateur électrique.* Note de M. E. VILLARI, présentée par M. Jamin. (Extrait.)

« Lorsqu'on décharge un condensateur en lui faisant produire une étincelle ou bien deux, la longueur de la première n'est pas égale à la somme des longueurs des dernières, et la somme des longueurs des étincelles n'est pas toujours constante.

» J'appelle étincelle *excitatrice* celle qui se produit contre l'excitateur, et *conjonctive* celle qui a lieu dans une interruption de l'arc conjonctif.

» 1° Lorsque l'étincelle conjonctive L est zéro, la somme $L + L'$ est minimum (26^{mm} environ).

» 2° Lorsqu'une des deux étincelles L ou L' est très petite (inférieure à 2^{mm}), l'autre étincelle s'allonge excessivement, de manière que la somme $L + L'$ atteint une valeur maximum et égale à 40^{mm} environ.

» 3° Pour les valeurs de chacune des deux étincelles comprises entre 3^{mm} et 30^{mm}, la somme $L + L'$ est moyenne et constante; elle est égale à 32^{mm} environ.

» Ces conclusions se trouvent développées dans le tableau suivant :

1. L = o	L + L′ = 26^{mm}, minimum.
2. L varie de 0^{mm},1 à 1^{mm},5.	L + L′ = 39^{mm},8, maximum constant.
3. L environ 2^{mm}...........	L + L′ = 34^{mm},8.
4. L varie de 3^{mm} à 30^{mm}....	L + L′ = 31^{mm},3, moyenne constante.
5. L′ environ 2^{mm},5........	L + L′ = 34^{mm},5.
6. L′ inférieure à 2^{mm}.......	L + L′ = 41^{mm}, maximum constant.

» Les petites étincelles ont donc l'influence d'en faire allonger une autre qui se produit en même temps dans le circuit. Cette influence croît avec les charges du condensateur.

» L'allongement de l'étincelle excitatrice d'un condensateur produit par une petite étincelle conjonctive est lié à une diminution sensible de la décharge intérieure des condensateurs et à une augmentation de la décharge extérieure. Quand une bouteille se décharge à travers un circuit avec une courte interruption, la chaleur de la décharge intérieure diminue sensiblement, et la chaleur de l'étincelle excitatrice extérieure augmente; et, si à cela on ajoute la chaleur de la très petite étincelle, on comprend aisément que l'énergie de la décharge qu'on a portée à l'extérieur est très grande.

» Dans le cas de deux étincelles extérieures suffisamment longues, leur somme est constante, ce que j'avais autrefois déjà montré indirectement en mesurant les dilatations thermométriques produites par les deux étincelles. Il s'ensuit que l'épaisseur totale de la couche d'air traversée dans ces conditions est constante; c'est pourquoi le travail total exécuté par la décharge doit rester constant une fois que les diamètres des étincelles ne changent pas. Donc la décharge doit être, comme elle l'est en effet, indépendante de la longueur d'une des deux étincelles.

» En outre, si nous considérons la longueur somme constante, qui est de 32^{mm} environ, nous trouverons qu'elle est de beaucoup supérieure à l'étincelle excitatrice unique de 26^{mm}, qui s'est produite à circuit continu. M. Belli avait déjà remarqué que la longueur qui représente la somme de plusieurs étincelles d'une décharge d'une bouteille est plus grande que l'étincelle unique; et comme la décharge intérieure reste constante lorsqu'à l'extérieur il se produit une ou deux étincelles suffisamment longues, on peut admettre comme probable que la longueur somme des deux étincelles est plus grande que l'étincelle unique excitatrice, car les premières présentent une résistance plus petite que cette dernière. Un pareil phénomène pourrait peut-être dépendre des vapeurs métalliques qui ac-

compagnent l'étincelle et qui augmentent avec le nombre des interruptions. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Existence de la lithine et de l'acide borique en proportions notables dans les eaux de la mer Morte.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré que, quand les eaux de la Méditerranée sont abandonnées à l'action de l'évaporation spontanée, deux substances très spéciales, n'ayant entre elles aucun rapport et considérées jusqu'ici comme très rares, se concentrent de plus en plus de manière à atteindre dans les dernières eaux mères des proportions considérables : c'est la *lithine* et l'*acide borique*.

» Depuis que ce fait a été publié, j'ai pu examiner un grand nombre d'eaux marines prises sur la périphérie presque entière de notre globe : 1° quatorze échantillons provenant de l'est de la Méditerranée, du canal de Suez, de la mer Rouge, de l'océan Indien et des mers de la Chine, eaux qui m'ont été rapportées par M. le mécanicien Ragot; 2° soixante-quatre échantillons pris, par M. le capitaine Gadais, du port de Marseille, dans l'ouest de la Méditerranée et l'océan Atlantique, entre Marseille et New-York; 3° huit échantillons de la région de Nouka-Hiva. Partout les résultats ont été les mêmes : la lithine et l'acide borique existent dans les eaux de toutes les mers et se concentrent dans les dernières eaux mères abandonnées par elles. Ce fait, avec ce caractère de généralité complète que je puis lui donner aujourd'hui, entraîne une conséquence dont je n'ai pas besoin de faire ressortir l'importance au point de vue de la physique du globe et au point de vue de la question encore si controversée de l'origine des substances salines renfermées dans divers terrains; c'est la suivante : une eau mère, minéralisée surtout par du chlorure de magnésium, et qui renfermera, *à la fois*, de la lithine et de l'acide borique nettement reconnaissables avec quelques gouttes de cette eau, devra être considérée, d'une manière presque certaine, comme ayant pour origine une eau de mer normale qui s'est évaporée; réciproquement, quand la lithine et l'acide borique n'existeront pas *simultanément* en quantités notables dans une eau mère, il y aura certitude absolue que cette eau mère ne provient pas, au moins directement, de l'évaporation d'une eau marine.

» Ce fait général établi, il devient d'un haut intérêt de rechercher dans quelle catégorie viendront se placer, à ce point de vue, les grandes masses

d'eau exceptionnellement salées qui existent à la surface de notre globe, et en particulier, la plus célèbre de toutes, la mer Morte.

» D'après tout ce qui est aujourd'hui connu, il n'y aurait pas à hésiter, la mer Morte devrait appartenir à la deuxième catégorie, puisqu'on a cherché sans succès l'acide borique dans les sels abandonnés par elle, et que l'analyse spectrale n'a pas révélé la présence de la lithine dans ses eaux. C'est là, du reste, l'opinion aujourd'hui professée : la mer Morte aurait été, à l'origine, un lac d'eau douce, et les sels qui la minéralisent aujourd'hui auraient été amenés successivement dans ses eaux des profondeurs du globe par des sources thermales.

» J'ai pu, tout récemment, me procurer une petite quantité d'eau de la mer Morte d'une authenticité absolue; elle provient de la grande expédition scientifique du duc de Luynes et m'a été remise par M. Terreil, aide-naturaliste au Muséum. Je suis d'autant plus reconnaissant à M. Terreil de sa générosité que je me suis fait un devoir de lui dire que cette eau était destinée à rechercher des substances qui auraient pu lui échapper dans sa grande étude sur les eaux de la mer Morte. Et, à ce sujet, je ferai remarquer que la question qui dominait toutes les recherches de M. Terreil était celle de la distribution de la salure de la mer Morte en surface et en profondeur, question qui a été complètement élucidée par ce savant; quant aux substances rares ou en faibles proportions, M. Terreil n'avait pas à s'en préoccuper. Il en était tout autrement dans l'ordre d'idées que je poursuis, puisque, comme je l'ai établi plus haut, la présence ou l'absence de la lithine et de l'acide borique dans les eaux de la mer Morte permettra de conclure, d'une façon à peu près certaine, que les eaux actuelles de la mer Morte sont ou ne sont pas un résidu provenant de l'évaporation d'une eau marine normale.

» *Lithine.* — Je dirai pour les eaux de la mer Morte ce que j'ai déjà dit ailleurs pour les eaux mères des marais salants du midi de la France, dans lesquelles on avait aussi cherché sans succès la lithine à l'aide du spectroscope. La quantité de lithine dissoute dans les eaux de la mer Morte est si considérable qu'une fraction de goutte, ne représentant pas $\frac{1}{100}$ de centimètre cube, mise directement sur le fil de platine et portée dans la flamme du brûleur, donne, avec une netteté complète, le spectre de la lithine, malgré l'éclat aveuglant du spectre de la soude. Voici, du reste, une limite qui n'est pas même une limite tout à fait inférieure : 1^{cc} d'eau de la mer Morte a été étendu à 40^{cc} avec de l'eau préparée par moi-même et absolument exempte de lithine : une goutte de cette dilution, qui représente

$\frac{1}{25}$ de centimètre cube, est parfaitement suffisante pour faire reconnaître la lithine. *Il y a donc dans* UN *centimètre cube d'eau de la mer Morte une quantité de lithine suffisante pour faire apparaître* AU MOINS MILLE FOIS, *avec une évidence complète, le spectre de cette substance.*

» *Acide borique.* — J'ai cherché l'acide borique dans les eaux de la mer Morte à l'aide de la méthode décrite dans mes précédentes communications, méthode dont la régularité et la sensibilité ne laissent rien à désirer dans les études que je poursuis. Mes premiers essais m'ont immédiatement montré que les eaux de la mer Morte renfermaient de l'acide borique en quantité bien supérieure à tout ce que j'avais pu prévoir. Laissant de côté la série des déterminations successives que j'ai exécutées, j'arrive à la limite à laquelle je me suis arrêté. *Cinq* centimètres cubes d'eau de la mer Morte ont été évaporés à siccité, et le chlorure de magnésium décomposé par la chaleur : le résidu insoluble lavé et desséché a été divisé, à vue d'œil, en cinq parties égales. Chacune d'elles, additionnée d'une trace d'acide sulfurique, a donné dans la flamme de l'hydrogène une coloration verte très marquée pendant plus de quinze secondes, et dans le spectroscope un spectre de l'acide borique nettement défini. Ainsi : *l'eau de la mer Morte contient assez d'acide borique pour que,* PRATIQUEMENT, *il puisse être parfaitement reconnu avec le produit d'*UN *seul centimètre cube de cette eau,* et ce n'est même pas là, à beaucoup près, la limite inférieure qu'il serait possible d'atteindre.

» Les deux résultats précédents ne peuvent laisser aucun doute sur la conclusion qu'ils entraînent : les eaux de la mer Morte présentent déjà, par l'ensemble de tous leurs caractères, l'analogie la plus complète avec les eaux mères des marais salants de la période moderne ; mais la *présence simultanée*, en quantités tout à fait exceptionnelles, dans les eaux de la mer Morte, des deux composés caractéristiques de toute eau mère d'origine marine, la lithine et l'acide borique, vient compléter cette analogie de la façon la plus inattendue, de sorte que nous arrivons naturellement à cette conclusion : les eaux actuelles de la mer Morte ne sont pas autre chose que le résidu d'une mer intérieure analogue à la Caspienne ou plus spécialement au Karabogahz, mer qui a été séparée des océans à une époque qui reste à déterminer, mais dont on retrouvera certainement les anciens rivages, quand on les cherchera vers le niveau actuel de la Méditerranée et de la mer Rouge. Je signale cette conclusion aux partisans de l'inondation des chotts de la Tunisie. »

CHIMIE. — *Sur les lois de solubilité de l'acide carbonique dans l'eau sous de hautes pressions.* Note de M. S. WROBLEWSKI.

« La solubilité des gaz dans les liquides sous la pression ordinaire a été déjà l'objet d'une étude approfondie de M. Bunsen; mais, à cause de grandes difficultés expérimentales on n'a jamais essayé d'étudier ce phénomène sous de hautes pressions. Mon appareil pour la compression des gaz ([1]), dans lequel, pour la première fois, il n'est pas fait usage des tubes capillaires, permet d'étudier ce phénomène jusque sous les pressions de 40^{atm} à 50^{atm}. J'ai des raisons de croire qu'avec quelques légères modifications dans les dimensions je pourrai étudier le phénomène jusqu'à des pressions beaucoup plus élevées. Mes recherches sur la solubilité se bornent pour le moment à l'acide carbonique, parce que c'est seulement pour ce gaz que, grâce aux expériences de M. Andrews, nous avons une parfaite connaissance de la relation entre la pression, le volume et la température du gaz, notions indispensables pour le calcul des expériences. La description de la méthode employée ne pouvant être comprise dans cette Note, j'énonce ici seulement les lois qui représentent les résultats de mes expériences sur la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau :

» 1° *La température restant constante, le coefficient de saturation,* c'est-à-dire la quantité de gaz (mesurée en centimètres cubes à zéro, et sous la pression d'une atmosphère) dissoute dans 1^{cc} de l'eau, *croît beaucoup moins vite que la pression, tout en tendant vers une certaine limite.*

» 2° *La pression restant constante, ce coefficient augmente lorsque la température diminue.*

» Le tableau suivant, qui contient les nombres correspondant à deux températures seulement, justifie l'énoncé de ces lois.

P, pression en atmosphères.	S, coefficient de saturation		$\frac{S}{P}$	
	à 0°.	à 12°,43.	à 0°.	à 12°,43.
1	1,797	1,086	1,797	1,086
5	8,65	5,15	1,730	1,030
10	16,03	9,65	1,603	0,965
15	21,95	13,63	1,463	0,909
20	26,65	17,11	1,332	0,855
25	30,55	20,31	1,222	0,812
30	33,74	23,25	1,124	0,775

([1]) *Voir* la description, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 954. Je m'empresse de corriger une erreur qui s'est glissée dans ma Note dernière. Page 956, ligne 22, *au lieu de* l'unité, *lisez* un.

» Il suit de là que les faits sont en contradiction avec les résultats annoncés par MM. Khanikoff et Louguinine. Ces savants, en étudiant la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau jusqu'à 4^{atm}, ont cru trouver que la solubilité croît un peu plus vite que la pression. Dans mon Mémoire, je démontrerai que la méthode employée par MM. Khanikoff et Louguinine pour calculer leurs expériences présente une double erreur. Son influence sur la valeur du coefficient est telle que ce coefficient semble croître beaucoup plus vite qu'il ne le fait en réalité, si l'on calcule les expériences de MM. Khanikoff et Louguinine à l'aide des équations déduites des expériences de M. Andrews, équations dont j'ai vérifié l'exactitude d'une manière directe.

» Il existe entre ces lois de solubilité et la formation de l'hydrate de l'acide carbonique $CO^2 + 8H^2O$, que j'ai découvert, une relation remarquable qui nous explique tous les phénomènes décrits dans mes Notes précédentes, et qui fait supposer que l'hydrate hypothétique $CO^2 + H^2O$, tant recherché par les chimistes les plus distingués, ne sera probablement jamais obtenu, parce qu'il ne se formerait que dans les conditions que l'expérience ne permet pas de réaliser.

» Voyons d'abord quelle est la condition de la combinaison de l'eau avec un gaz comprimé. *Il est évident que l'eau ne peut se convertir en hydrate par compression que lorsqu'elle tient en dissolution la quantité du gaz correspondante à la composition de cet hydrate.*

» La composition de l'hydrate $CO^2 + 8HO$ correspond à la solubilité $S = 155$. Le tableau précédent montre que, si nous faisons l'expérience à 0°, cette solubilité ne peut pas être obtenue à l'aide de hautes pressions. Sous la pression de 30^{atm}, S est égale seulement à 33,74. Si l'on augmente la pression, l'acide carbonique se liquéfie et les deux liquides ne se mélangent pas. Ainsi l'on ne détermine pas la combinaison de l'eau avec l'acide carbonique par compression. Mais l'expérience prouve que l'on obtient l'hydrate en produisant *une détente*, c'est-à-dire en abaissant la température du gaz au contact de l'eau probablement jusqu'à la température à laquelle la solubilité du gaz correspond à la composition de l'hydrate. Du reste, l'hydrate se forme seulement soit sur les parois du tube où la couche de l'eau était extrêmement mince, soit à la surface libre du liquide, c'est-à-dire là où l'abaissement de la température a eu lieu.

» Aussi ne peut-on pas convertir en hydrate une quantité d'eau un peu grande. Si l'on fait une série des détentes, l'eau gèle avant de se saturer suffisamment dans toute sa masse. Cette circonstance m'a obligé à ne

prendre pour mes analyses qu'une petite goutte d'eau et, de plus, à l'étendre sur une surface assez considérable.

» Pour ce qui est des conditions dans lesquelles se formerait l'hydrate $CO^2 + H^2O$, il faut remarquer que sa composition correspond à la solubilité $S = 1236$. En admettant ainsi que sous une pression suffisante cette valeur puisse être atteinte, ce ne pourrait être qu'à une température tellement basse que l'on ne peut espérer d'y amener l'eau sans la geler.

» Qu'il me soit permis, en terminant ces Communications, d'exprimer ici ma reconnaissance pour la bienveillante et aimable hospitalité dont j'ai été l'objet au laboratoire de l'École Normale supérieure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de la fermentation putride des matières protéiques.* Note de MM. **A. Gautier** et **A. Étard**, présentée par M. Wurtz.

« La découverte des alcaloïdes d'origine putréfactive, que l'un de nous a résumée dans une précédente Note (*Comptes rendus,* t. XCIV, p. 1119), a eu pour conséquence indirecte d'appeler l'attention sur le mécanisme de la désagrégation de la molécule des albuminoïdes sous l'influence de la vie des infiniment petits. Est-il possible, d'après la composition des produits provenant de la vie des microbes, d'éclairer un peu la constitution intime de cette molécule complexe? La connaissance des nouveaux alcaloïdes permet-elle de préjuger la texture de l'édifice moléculaire d'où ils dérivent? Malheureusement, malgré les nombreux Mémoires publiés sur les ptomaïnes, surtout en Italie, l'analyse élémentaire de ces corps, toujours obtenus en trop minime proportion, n'a pas été faite; leur séparation et leur différenciation restent indécises; leurs propriétés générales sont mal connues; leur constitution et leur synthèse n'ont été encore ni entrevues ni soupçonnées.

» I. Le travail que nous commençons aujourd'hui de publier a été entrepris sur plusieurs centaines de kilogrammes de matière, dans le but de résoudre ces difficiles problèmes. La viande de bœuf, cheval, poisson, contenue dans des tonnelets de chêne étanches ou des touries de verre, a été abandonnée durant les plus fortes chaleurs de l'été de 1881. Grâce au dispositif adopté, nous pouvions sans difficulté, ni dégoût, observer ce qui se passait à l'intérieur de nos appareils, prendre des témoins pour l'examen microscopique ou autre, recueillir exactement tous les gaz, etc. Au cours de ces expériences, nous avons fait sur le mécanisme du processus putré-

factif lui-même quelques observations que nous allons d'abord rapporter.

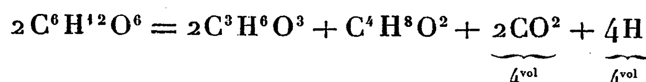
» II. Au début, les muscles de bœuf ou de cheval étaient acides et sans odeur. Après quelques jours, alors *même que l'on met par certains artifices la matière à l'abri de tout vibrion,* le muscle dégage une odeur acide, et laisse suinter, sans se désagréger, un liquide clair, sirupeux, qui paraît résulter d'un commencement de digestion de la chair musculaire, grâce à un ferment qui lui est propre. Cette liqueur, analogue à un sérum épais, presque incolore, contient 21^{gr} à 22^{gr} par litre d'*albumine coagulable par la chaleur* et une très minime proportion de caséine.

» Dans ce milieu, les fermentations lactique et butyrique ne tardent pas à s'établir sous l'influence de grands bacilles à trois ou quatre articles, de bactéries en huit et de granulations mobiles.... Les gaz se dégagent alors régulièrement. Ils renferment, pour 100^{vol} :

	CO^2.	Az.	H.
Le septième jour...........	65	35	
Le neuvième jour..........	63	37	
Le onzième jour............	52	48	
Le douzième jour..........	72	»	
Le treizième jour...........	67	7,5	17,5
Le seizième jour...........	84	3,7	12,3
Le vingt-sixième jour.......	88,5	11,5	trace

» En même temps, il se dégage une trace seulement d'hydrogènes sulfuré et phosphoré; mais *nous n'avons jamais observé la moindre proportion d'hydrogènes carbonés.*

» Dès les premiers jours, il se dégage surtout de l'acide carbonique et de l'hydrogène, gaz qui, vers le onzième jour, et souvent dès le sixième, sont à peu près à volumes égaux, comme si un hydrate de carbone se transformait à la fois en acides lactique et butyrique :



$$2C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3 + C^4H^8O^2 + \underbrace{2CO^2}_{4^{vol}} + \underbrace{4H}_{4^{vol}}$$

tel est le phénomène initial qui précède la vraie fermentation putride. Il paraît dû, dans la viande des animaux à sang chaud, à la destruction d'hydrates de carbone musculaires.

» Les acides contenus dans cette liqueur sont : l'acide *lactique ordinaire,* et non sarcolactique, l'acide butyrique normal et homologues, et quelques acides à sels de zinc amorphes et peu solubles, réducteurs du nitrate d'argent.

» Vers le quatrième ou cinquième jour, en été, l'azote libre commence à apparaître; on le voit, le vingt-sixième jour, arriver à 11,5 pour 100, tandis que l'hydrogène a disparu.

» C'est avec l'apparition de l'azote que commence la véritable fermentation putride. Les grands bacilles et bactériums disparaissent, remplacés par des bacilles *très petits*, souvent trémulants et à tête très réfringente, droits ou sinueux, mélangés à des ferments punctiformes. Ceux-ci, attaquant la molécule albuminoïde par son côté uréique, en dégagent de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, et le milieu devient bientôt alcalin. A ce moment, la molécule protéique se réduit en partie, comme l'indiquent l'azote, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène phosphoré qui se produisent; mais la grande masse de la molécule passe à l'état de leucines et de leucéines, qu'accompagnent, comme l'on sait, une petite quantité de phénol, de scatol, d'indol et, d'après nos recherches, de carbylamines et de ptomaïnes.

» Le dégagement d'azote à l'état libre a été vérifié avec soin dans une expérience faite à part sur 1^{kg} de viande. Elle avait été placée dans un bocal de verre entièrement plein d'eau bien privée d'air. Les gaz dégagés renfermaient pour 100 volumes :

	CO^2.	H.	Az.
Le quatrième jour..........	36,2	62,2	1,6
Le sixième jour	45,7	47,8	6,5

» Au bout d'un certain temps, même en plein été, le travail putréfactif s'arrête, et avec lui tout dégagement gazeux. Le muscle conserve en partie sa coloration et sa forme, et semble comme passé à l'état imputrescible, même quand on le sépare avec soin de tous les produits formés et qu'on laisse pénétrer de nouveau l'air et l'eau.

» III. Nous disions que la fermentation acide du début est un épiphénomène qui n'est pas nécessaire et ne touche pas à la molécule albuminoïde. La putréfaction de la chair de poisson en est une nouvelle et évidente preuve. Celle-ci, dès le début de l'expérience, est alcaline. Dans une opération, 60^{kg} de *scomber scombrus*, placés dans une bombonne, ont bientôt donné un vif dégagement gazeux. On a trouvé, pour 100 volumes :

	CO^2.	H.	Az.	H^2S.	PH^3.
Le troisième jour....	95	5		trace	»
Le quatrième jour...	95	5		»	»
Le cinquième jour...	96	4		»	»
Le neuvième jour...	97	2	0,7	6	trace
Le seizième jour	99,5	trace	trace	»	»

» Dès le début, il ne se fait donc dans ce cas qu'un très faible dégagement d'hydrogène, signe de la production d'un peu d'acide butyrique, aussitôt saturé par l'ammoniaque et la méthylamine accompagnés d'hydrogènes sulfurés et phosphorés divers, produisant dans les sels de cuivre un précipité jaune peu abondant.

» Comme dans le cas de la viande de bœuf, le dégagement gazeux s'arrête ici bientôt; mais le travail de transformation moléculaire du muscle continue. La liqueur, qui contenait au début 21^{gr} d'albumine par litre, ne renferme plus ni albumine, ni caséine au bout de quelques mois. La masse de la molécule s'est transformée en produits extractifs solubles dans l'alcool, très analogues, comme aspect et odeur, à ceux de l'extrait de viande, et qui, après l'action de la chaleur et la concentration dans le vide, cristallisent en grande partie, formés qu'ils sont de leucines, leucéines, sels ammoniacaux et alcaloïdes putréfactifs, qui seront l'objet d'une prochaine Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas d'isomérie du camphre bichloré.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Wurtz.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 13 mars 1882, j'ai donné le mode de préparation d'un camphre bichloré répondant exactement à la formule $C^{10}H^{14}Cl^2O$. On se rappelle qu'il est obtenu en faisant passer un courant de chlore sec dans une solution de camphre au sein de l'alcool absolu. Le produit visqueux est décomposé par l'eau qui enlève l'acide chlorhydrique et le chloral. On dissout la masse cristallisée dans son volume d'alcool à 93°, et on expose au froid d'un mélange de glace et de sel, qui donne sous forme de masse crémeuse le camphre bichloré. Le produit, recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool froid, puis cristallisé dans l'alcool chaud, donne de magnifiques prismes orthorhombiques.

» Je me suis occupé de l'analyse de l'alcool-mère, qui renferme une modification isomérique de ce camphre bichloré.

» En soumettant à l'évaporation spontanée le liquide mère, on remarque qu'il se sépare bientôt en deux liquides dont l'un, plus dense, renferme une substance camphrée retenue par l'alcool à l'état liquide.

» Si l'on soumet ce liquide à un très grand froid, on obtient une cristallisation mal définie, mais qu'il est difficile de recueillir en notable quantité, vu sa grande solubilité dans l'alcool dès que la température s'élève.

» On procède de la façon suivante : l'alcool mère est décomposé par

l'eau par simple mélange et agitation. Il se forme une masse butyreuse, molle, d'odeur agréable. On comprime le produit sur une aire en plâtre. Il se dépouille ainsi au bout de douze heures de l'eau interposée et d'une huile aromatique particulière, n'existant qu'en petite proportion, qui lui donnait cette consistance molle. On lave le produit avec de l'eau alcoolisée à 40 pour 100, puis on le dissout dans la plus petite quantité possible d'alcool absolu. Sous l'influence d'un mélange réfrigérant (glace et sel) on refroidit la solution alcoolique, qui cristallise en une masse transparente. On ajoute quelques gouttes d'eau glacée qui donne un précipité en masse d'une grande blancheur. Le produit recueilli, comprimé entre du papier, est séché sur l'acide sulfurique.

» 0,875 de matière donnent :

AgCl........................ 1,135

» 0,3385 de matière donnent :

H^2O........................ 0,2005
CO^2........................ 0,6825

Soit, en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{14}Cl^2O$.
C..................	54,98	54,29
H..................	6,57	6,33
Cl..................	32,08	32,12
O..................	6,37	7,26
	100,00	100,00

» Le carbone est un peu fort. Ce résultat tient à la difficulté de la purification. D'ailleurs aucune formule n'est plus rapprochée de l'expérience que celle que nous adoptons.

» Ce camphre bichloré est beaucoup plus soluble dans l'alcool froid que celui que nous avons décrit. Il s'en sépare difficilement par cristallisation sous forme de petits cristaux agglomérés, offrant au microscope l'aspect d'arborisations à ramifications renflées en massue. Le camphre bichloré primitivement obtenu cristallise sous forme de prismes volumineux et relativement durs, se pulvérisant facilement. Le corps isomère est au contraire mou comme le camphre, et se masse sous le pilon.

» Comme le camphre bichloré, que j'appellerai provisoirement normal, il est très soluble dans l'éther, le chloroforme et se liquéfie dans leur vapeur.

Il se liquéfie comme le camphre au contact de l'hydrate de chloral, ce que ne fait pas le camphre bichloré normal.

» Outre le caractère cristallin, cet isomère est nettement défini par son point de fusion. Il commence à se ramollir à 70° et entre en fusion à 77°. Le camphre bichloré normal fond à 96°.

» Ce corps isomère paraît moins stable que le camphre bichloré normal. Il dégage lentement des vapeurs acides, même à l'abri de la lumière.

» Le pouvoir rotatoire est

$$[\alpha]_j = +57,4$$

dans l'alcool et

$$[\alpha]_j = +60,6$$

dans le chloroforme.

Le camphre bichloré normal avait un pouvoir rotatoire dans ces deux liquides de $+57°,3$.

» En opérant, comme je l'ai dit, sur 760^{gr} de camphre en dissolution dans 230^{gr} d'alcool absolu; en utilisant $2^{kg},600$ de sel marin pour faire passer un courant de chlore à la température de 80°-90°, on produit un mélange en proportions à peu près égales des deux camphres bichlorés. L'expérience démontre que le camphre bichloré normal se transforme en cette variété isomérique sous l'influence prolongée du chlore au sein du chloral à la température de l'expérience. J'ai reconnu, en effet, qu'on pouvait ainsi transformer complètement le premier dans le second.

» L'étude des transformations chimiques de ces corps permettra peut-être d'établir d'autres caractères différentiels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la purpurogalline;* par MM. **Ph. de Clermont** et **P. Chautard**.

« I. La purpurogalline, que l'on prépare en oxydant l'acide pyrogallique par les agents d'oxydation ordinaires ou par la gomme arabique, peut encore s'obtenir en abandonnant à l'air une solution aqueuse de pyrogallol sur du noir de platine.

» Elle cristallise facilement de sa solution alcoolique et forme de belles aiguilles veloutées d'un beau brun froncé, qui sont le plus souvent réunies en amas muriformes.

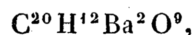
» Elle fond à 256° environ et se sublime en se décomposant un peu au-dessus de cette température.

» Son action sur les réactifs a été étudiée par M. A. Girard.

» II. La soude et la purpurogalline en solutions alcooliques se combinent pour former un purpurogallate de soude $C^{20}H^{12}Na^{4}O^{9}$.

» Ce sel, très déliquescent, cristallise difficilement en aiguilles prismatiques; il est très soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et les autres dissolvants. Chauffé en vase clos avec l'iodure d'éthyle, il fournit le dérivé éthylique de la purpurogalline. Il est décomposé par les acides.

» Une solution aqueuse de purpurogallate sodique, additionnée de chlorure de baryum, laisse précipiter le purpurogallate de baryum



$$C^{20}H^{12}Ba^{2}O^{9},$$

sel presque insoluble dans l'eau, insoluble dans les dissolvants, cristallisant en tables, décomposable par les acides.

» L'ammoniaque réagit vivement sur la purpurogalline en suspension dans l'eau; le mélange passe successivement du vert au bleu et du bleu à un jaune clair qui ne varie plus. On évapore la liqueur à siccité; le résidu est repris plusieurs fois par l'alcool et l'éther; la partie insoluble dans ces dissolvants constitue un composé amidé et probablement oxydé de la purpurogalline. Nous n'avons pas encore établi d'une manière certaine sa composition.

» Ce dérivé, soluble dans l'eau en toutes proportions, est presque insoluble dans l'alcool et l'est complètement dans les autres dissolvants.

» III. Le brome réagit très violemment sur la purpurogalline sèche.

» Pour modérer la réaction, on met ce dernier corps en suspension dans l'acide acétique, et l'on verse goutte à goutte un excès de brome.

» On évapore la liqueur dans le vide, et l'on obtient, après quelques jours, un magma d'aiguilles transparentes, d'un rouge clair, qui répondent à la formule $C^{20}H^{12}Br^{4}O^{9}$.

» La purpurogalline bromée cristallise facilement; elle noircit et s'altère promptement à l'air, se dissout dans tous les dissolvants, en jaune dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique, en rose violacé dans la benzine et le chloroforme; elle est insoluble dans l'eau. Les bases la décomposent, l'acide azotique la détruit, l'acide sulfurique la dissout en se colorant en rouge et sans l'altérer. Elle fond à 202°-204°.

» Le chlore et l'iode donnent, en opérant d'une manière analogue, des composés cristallisés, qui seront décrits dans un Mémoire plus étendu.

» IV. *Action des acides.* — L'acide chlorhydrique est sans action sur la purpurogalline. L'acide sulfurique ordinaire la dissout avec une belle couleur pourpre, et la purpurogalline se précipite inaltérée par addition

d'eau; mais, si l'on vient à chauffer, il se dégage de l'acide sulfureux, et la purpurogalline est transformée en un composé plus oxygéné. L'acide sulfurique fumant réalise cette transformation à froid et en quelques heures. Le nouveau corps est cristallisé en longues aiguilles brunes. Plusieurs analyses concordantes nous conduisent à la formule $C^{20}H^{12}O^{10}$. Il donne avec l'ammoniaque une belle coloration violette, et avec la soude et la potasse il se colore en bleu.

» L'acide iodhydrique réagit sur la purpurogalline. Ce corps, chauffé en vase clos, pendant six ou sept heures, avec de l'acide fumant de densité 2, se transforme en une série de carbures d'hydrogène en $(C^{10}H^{14})^n$. La réaction est très nette et il ne se forme pas trace de charbon. Le premier des corps ainsi préparés bout à 195°. Il nous paraît appartenir au groupe du cymène; mais il est différent des carbures d'hydrogène appartenant à cette série, que l'on connaît actuellement.

» Un peu au-dessus de 360° passe un liquide visqueux qui a donné à l'analyse des nombres concordants avec la formule $C^{20}H^{28}$. Enfin un troisième carbure passe à la température de fusion du verre.

» Nous reviendrons prochainement sur ces corps, que nous étudions actuellement.

» *Anhydride acétique.* — On chauffe la purpurogalline au réfrigérant ascendant à 140° avec quinze fois son poids d'acide acétique anhydre. La transformation est complète après cinq à six heures. On additionne la masse avec une grande quantité d'eau froide, et le dérivé acétylé se précipite sous la forme d'une huile brune qui se concrète bientôt. On filtre, on lave le précipité à l'eau bouillante et on le reprend par l'alcool; après une ou deux cristallisations dans ce dissolvant, le produit est absolument pur. Le rendement est théorique.

» La purpurogalline tétra-acétylée $[C^{20}H^{12}(C^2H^3O)^4O^9]$ se présente sous la forme d'aiguilles prismatiques : humides, elles sont brunes; sèches, elles sont d'un beau jaune d'or et très brillantes. Elles ne s'altèrent pas à l'air; presque insolubles dans l'eau, elles sont assez solubles dans l'alcool et l'éther. Avec l'ammoniaque, la soude et la potasse, elle donne, à peu de chose près, les réactions de la purpurogalline.

» Elle fond à 186° et se sublime peu au-dessus de cette température.

» Chauffée en tube scellé avec un excès d'eau de baryte, elle régénère la purpurogalline. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le dimorphisme de l'acide stannique*. Note de MM. **Michel Lévy** et **L. Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Nous avons appliqué à l'acide stannique les procédés qui nous ont donné (1) des formes nouvelles de zircone cristallisée. Le résultat, plus difficile à obtenir, a été analogue; il n'est pas assez sensible pour servir de réaction microchimique, et son intérêt, tout théorique, consiste à prouver le dimorphisme de l'acide stannique, à vérifier l'isomorphisme de l'étain avec le platine et le zirconium.

» On fond, au rouge blanc, 1 partie en poids d'acide stannique chimiquement précipité, avec 4 parties de carbonate de soude; puis, on recuit, environ un quart d'heure, le mélange au rouge vif. Il se produit ainsi, à la surface du culot, une accumulation de lamelles hexagonales, très brillantes, ayant souvent plus de $0^m,001$ de diamètre. Pour les isoler, on traite le culot par l'eau, acidulée d'acide azotique. Après lavage, il convient de sécher le résidu avec précaution; car les lamelles hexagonales ainsi obtenues sont très fragiles. Leur aspect rappelle celui de l'or mussif.

» Au microscope, les hexagones aplatis, souvent hérissés de pointes au droit des rayons (*fig.* 9 et 11, p. 813), sont plus ou moins teintés en jaune. Ils possèdent, sans anomalie optique, les propriétés des cristaux à un axe négatif.

» On n'obtient, sous forme de lamelles hexagonales, qu'une petite portion de l'étain employé; le reste constitue des stannates alcalins, les uns insolubles (rhomboèdres), les autres solubles dans un excès d'eau (aiguilles allongées), tous facilement attaquables par les acides.

» Les lamelles hexagonales sont, au contraire, très difficilement attaquables par les acides concentrés et bouillants; cependant elles ne résistent pas aussi énergiquement que celles de zircone. La solution chlorhydrique partielle contient du platine, et d'ailleurs le creuset, dans lequel la fusion a été opérée, est toujours sensiblement attaqué.

» Après avoir isolé et purifié environ $0^{gr},5$ d'hexagones stannifères, nous avons procédé à leur analyse; ils contenaient :

			Oxygène théorique.
Étain........	57,94	(SnO^2)........	15,74
Platine.......	22,48	(PtO^2).......	3,65
Oxygène......	19,58		19,39
	100,00		
Densité.......	6,70		

(1) *Voir* p. 812.

» L'oxygène a été dosé, en réduisant le produit au rouge naissant, par l'hydrogène ; la nacelle de porcelaine servant à l'opération n'a pas varié de poids.

» L'alliage, restant comme résidu, a été traité par l'acide chlorhydrique à chaud ; après dissolution partielle de l'étain, il est resté un alliage cristallisé de platine et d'étain en lamelles brillantes, à reflet noirâtre.

» On a procédé à l'analyse de cet alliage en l'attaquant, à 300° environ, par le chlore gazeux. Il répondait à la formule Sn^3Pt^4 (exactement $Sn^{3,028}Pt^4$).

» Le résidu de platine a été vérifié par dissolution dans l'eau régale et précipitation sous forme de chloroplatinate d'ammoniaque. Il contenait environ $\frac{1}{8}$ d'iridium.

» En résumé, l'analyse montre que les hexagones stannifères répondent à la formule de la cassitérite naturelle, qui appartient au systèmeq uadratique. Le bioxyde d'étain serait donc dimorphe, comme la zircone, et, comme elle, il présenterait une variété cristalline analogue à la tridymite. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'empoisonnement chronique par l'arsenic.* Note de MM. O. CAILLOL DE PONCY et CH. LIVON, présentée par M. Robin.

« Dans une première Note (*Comptes rendus,* 9 juin 1879), nous avons fait connaître le résultat de nos recherches relativement à la localisation de l'arsenic dans le cerveau. Les résultats que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui portent sur la marche de l'empoisonnement chronique et sur les altérations de certains organes.

» Lorsque l'on soumet des chats, par exemple, à un régime arsénical continué, à faible dose, pendant longtemps, ces animaux semblent, dans la première période, s'en trouver admirablement, car ils mangent davantage, ils engraissent et ont tous les signes d'une très bonne santé; mais, le traitement continuant, ces mêmes animaux, après être restés pendant un certain temps dans cet état de santé parfaite, commencent à maigrir; la diarrhée les prend, ils perdent l'appétit et deviennent languissants; ils finissent enfin par mourir dans un état d'anémie et de maigreur qui fait un contraste surprenant avec l'état dans lequel ils se trouvaient dans la première période de l'expérience.

» A l'autopsie, tous les muscles, y compris le cœur, sont d'une pâleur extrême; le foie, les poumons et les reins présentent à l'œil nu tous les

caractères de la dégénérescence graisseuse et, fait particulier, les ganglions mésentériques sont tous très hypertrophiés et ont subi aussi la dégénérescence graisseuse.

» MM. Cornil et Brault ont déjà signalé la dégénérescence graisseuse du foie, des poumons et des reins dans l'empoisonnement aigu, mais rien n'a encore été dit à propos des ganglions mésentériques.

» Nous nous bornerons à signaler, pour le moment, les altérations constatées dans les poumons et dans les ganglions mésentériques.

» *Poumons.* — Les résultats auxquels nous sommes arrivés diffèrent un peu de ceux qu'ont obtenus MM. Cornil et Brault, mais il faut faire attention que ces messieurs étudiaient l'empoisonnement aigu, tandis que nos recherches ont porté sur l'empoisonnement chronique. Cette seule différence explique suffisamment la variété du processus.

» Les auteurs que nous venons de citer ont trouvé les capillaires pulmonaires dilatées par du sang, les cellules endothéliales envahies par de très grosses granulations graisseuses. Sur certains points, ils ont trouvé des hémorrhagies, des alvéoles pulmonaires remplies de grosses granulations graisseuses. Nous autres, nous n'avons trouvé de réellement altérées que les cellules épithéliales alvéolaires qui sont en pleine dégénérescence graisseuse. Certaines alvéoles sont envahies complètement par les cellules dégénérées, qui finissent par obstruer entièrement l'alvéole et enfin tout le lobule pulmonaire; c'est ce qui explique les îlots blanchâtres que l'on voit à la surface et dans l'intérieur des poumons.

» *Ganglions mésentériques.* — En ouvrant l'abdomen des animaux ayant succombé à l'empoisonnement chronique par l'arsenic, ces ganglions apparaissent comme de grosses masses d'un blanc jaunâtre et ayant à l'œil nu un aspect caséeux. Après une étude convenable faite sur des coupes et à l'aide des réactifs usuels, il est facile de voir que la portion périphérique surtout, la région folliculaire, est en certains points envahie complètement par la dégénérescence graisseuse. Mais cette dégénérescence ne se borne pas aux follicules, elle envahit le ganglion par larges plaques, aussi bien dans la région périphérique que dans la région centrale. Les parties dégénérées sont pleines de grosses cellules à contenu granuleux et graisseux comme le montre l'acide osmique.

» Il se passerait donc ici un processus semblable à celui qui se passe dans le poumon. Sous l'influence de l'absorption lente et successive de l'arsenic, les cellules endothéliales que renferme le ganglion subissent la dégénérescence graisseuse. Elles envahissent la région la plus active du

ganglion, la région folliculaire, qui serait la première atteinte, puis ensuite la dégénérescence, s'étendant de proche en proche, gagne sinon tout le ganglion, du moins une bonne partie ([1]). »

BOTANIQUE. — *Sur une maladie des Haricots de primeur des environs d'Alger.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« La grande douceur du climat de l'Algérie pendant l'hiver permet d'obtenir, dans des conditions exceptionnellement avantageuses, des récoltes précoces qui, grâce à la fréquence et à la rapidité des communications établies entre Alger et Paris, viennent se vendre sur les marchés de la capitale. Ce ne sont plus seulement les raisins, mais encore les légumes hâtifs qui sont produits en quantité considérable aux environs d'Alger en vue de l'exportation.

» L'hiver dernier, les Haricots verts hâtifs ont été atteints en Algérie d'une singulière maladie, inconnue jusqu'alors, au moins dans ces cultures, et qui attaque les tiges, les rameaux, les pétioles et les fruits. C'est l'altération des fruits qui a d'abord été remarquée. Depuis le commencement des expéditions, c'est-à-dire dès le mois de novembre, les commissionnaires voyaient la putréfaction envahir les corbeilles de Haricots verts préparées pour l'embarquement et se plaignaient fort auprès des cultivateurs de ces dégâts, qu'ils attribuaient au mauvais emballage des produits. En examinant dans les jardins les plantes en végétation, on put s'apercevoir que leurs tiges étaient profondément altérées, surtout à la base des ramifications; elles se montraient recouvertes par places d'un revêtement blanc, ayant en certains points l'apparence de touffes d'ouate, et l'on ne pouvait douter qu'elles ne fussent atteintes aussi du mal qui se développait avec une intensité extrême dans les récoltes de Haricots verts mises en panier et en causait la rapide décomposition. Les plantes couvertes de flocons blancs étaient du reste dépérissantes; elles séchaient sur pied et mouraient.

» Cette maladie est produite par un Champignon parasite, dont le mycélium, se répandant hors de la plante nourricière, forme le revêtement blanc qui fournit le caractère le plus apparent du mal.

» Sur une coupe transversale d'une tige malade, on voit que toute la partie profonde de l'écorce est envahie par le mycélium du Champignon; là, au milieu de tissus tendres et fort riches en matières azotées, il prend

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de l'École de Médecine de Marseille.

un extrême développement et forme une couche complète et épaisse qui sépare le bois de l'écorce désorganisée. Çà et là, parfois, des filaments traversent la zone ligneuse et pénètrent jusque dans la moelle, tandis que d'autres, très nombreux, sortent à travers l'écorce et forment à l'extérieur l'ouate blanche si visible.

» Au milieu des flocons blancs, on peut voir souvent se former de petites pelotes arrondies, qui sont d'abord blanches, puis grisâtres, puis enfin d'un noir mat ; en changeant de couleur, elles durcissent. Quand elles ont achevé leur développement, elles forment des corps compacts, noirs à l'extérieur, blancs en dedans, et dont la taille dépasse ordinairement la grosseur d'une graine de moutarde, sans atteindre celle d'un grain de chènevis. Ce sont des tubercules de Champignon qui ont été considérés autrefois comme formant un genre à part et désignés sous le nom de *Sclerotium* : ils se rapporteraient au *Sclerotium compactum* D. C. ou *Scl. varium* Pers. Ils sont ordinairement de forme globuleuse aplatie, parfois un peu lobée, quand ils s'organisent à la surface des tiges malades, mais parfois aussi ils se forment à l'intérieur de la tige, dans la moelle ; resserrés alors dans le tube ligneux qui les entoure, ils s'allongent en cylindre et ont à peu près la forme d'ergot des Sclérotes du Seigle.

» On sait que des Champignons fort divers peuvent être produits par des Sclérotes ; c'était donc à la culture qu'il fallait recourir pour faire apparaître des fructifications, d'après lesquelles on pût déterminer avec certitude à quelle espèce appartient le parasite qui a ravagé les cultures de Haricot à Alger. Dans ce but, j'ai placé dans un milieu humide des Sclérotes de Haricot dès que je les ai reçus. La plupart n'ont pas encore produit de pousses fructifères ; mais l'un d'eux a, depuis le mois de février, émis des pousses stériles assez semblables à des Clavaires, et aujourd'hui ces pousses commencent à devenir fertiles. On peut déjà affirmer qu'elles appartiennent au *Sclerotinia Libertiana*, Fuckel (*Peziza Sclerotiorum*, Libert). Cette sorte de Pezize a été étudiée par Coemans, qui l'a vue sortir de Sclérotes qu'il avait récoltés sur des racines de Carotte, de Navet, de Betterave et de Chicorée, conservées dans les caves de l'hôpital civil de Gand ; mais il n'a pas su si le Champignon qui les produisait avait causé quelque dommage aux plantes pendant leur phase de végétation active. En 1878, M. Saint-Gal, professeur à l'École d'Agriculture de Grand-Jouan, adressa à la Société nationale d'Agriculture des Sclérotes qui s'étaient développés dans des tiges de Topinambour, et signala les dégâts très grands que le Champignon qui les produit avait causés dans les cultures. Je pus faire germer ces Sclérotes et j'en

vis sortir des fructifications de Pezize pareilles à celles que Coemans avait observées. Il était donc avéré que le *Peziza Sclerotiorum*, Lib., ne se développe pas seulement sur des tubercules à l'état de vie latente, mais attaque aussi les plantes en végétation, et y produit de grands dommages. Ce résultat vient d'être confirmé par les observations de M. Franck, qui a vu le même Champignon envahir, en Allemagne, des cultures de Raves.

» MM. Kühn et Rehm ont vu des Trèfles attaqués par une Pezize à sclérote qu'ils ont désignée sous le nom de *Peziza ciborioïdes*, Fr. Il me semble fort probable, d'après les figures dessinées par M. Rehm et les descriptions qu'il a données des altérations que cause ce parasite, qu'il ne diffère pas de celui qui a dévasté cet hiver les cultures de Haricot d'Alger.

» On peut enfin citer encore à ce sujet une maladie des Chanvres qui a fait de grands ravages en Russie, dans le gouvernement de Smolensk, et qui est due aussi à une Pezize à sclérote que M. Tichomiroff a décrite comme espèce nouvelle sous le nom de *Peziza Kaufmanniana*. Il est permis de douter que cette espèce diffère du *Sclerotinia Libertiana*.

» Il résulte de cette étude que la maladie qui a fait des ravages dans les cultures de Haricots de primeur à Alger peut envahir aussi d'autres plantes de nature fort diverse et y produire de semblables altérations. Il ne suffira donc pas de remplacer par d'autres cultures les Haricots qui ont été cette année attaqués par la maladie pour être assurés de la faire disparaître, et l'on devra toujours regarder comme indispensable de récolter avec soin toutes les tiges malades ou mortes pour les brûler et détruire avec elles le dangereux parasite dont elles portent les Sclérotes soit à leur surface, soit cachés à leur intérieur. Laisser les plantes attaquées confondues avec les débris des cultures et les porter au fumier serait aider inconsciemment à la propagation du mal. »

M. Sacc adresse à l'Académie des documents sur la composition chimique du sol de l'Uruguay. Il communique en même temps des résultats d'analyses chimiques relatives aux orangers et aux cactées de l'Uruguay.

M. Laussedat communique une observation qu'il a faite de la visibilité à l'œil nu de la planète Mercure, le 11 mai, à 8^h du soir.

M. Ch. Méo adresse un complément à son Mémoire portant pour titre : « Formules servant à déterminer, pour une année quelconque, le nom

du jour (de date donnée), le coefficient de l'épacte, la lettre dominicale, le nombre d'or, la date de la fête de Pâques ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mai 1882.

(Suite.)

Sur la délimitation et la constitution de l'étage houiller inférieur de la Belgique; par le Dr J.-C. Purves. Bruxelles, F. Hayez, 1881; in-8°.

Arboretum segrezianum icones selectæ arborum et fruticum in hortis segrezianis collectorum (Description et figures des espèces nouvelles rares, ou critiques de l'arboretum de Segrez; par Al. Lavallée; liv. III et IV, pages 41 à 88. Planches XIII à XXIV. Paris, J.-B. Baillière, 1881-1882, 2 liv. in-4°.

Pontificia Universita Gregoriana. Continuazione del « Bulletino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano, etc.; » Vol. XIX, anno XIX, 1880; in-4°.

Ricerche chimiche sopra tufi, argille, scisti bituminiferi, calcarei e pomici della provincia di Salerno del L. Ricciardi. Catania, C. Galatola, 1882; in-4°.

Des voies de communication par eau de l'Europe centrale et de l'importance de la régularisation du Danube, spécialement du passage entre Thèbes et Gönyö; par Enée Lanfranconi. Vienne, W. Heinrich, 1881; in-f°, avec Atlas relié.

Rettung ungarns vor ueberschwemmungen; von Enea Lanfranconi. Budapest, 1882; in-f°, avec Atlas relié.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mai 1882.

Direction générale des douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1880. Paris, Imp. nationale, 1881; in-4°.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par M. A. Grandidier. *Histoire naturelle des oiseaux; par* MM. Alph. Milne Edwards

et A. GRANDIDIER. Volume XII, t. I. Texte, 2e Partie, 10e fascicule; vol. XIV, t. III et IV. Atlas II et III. Paris, Imp. nationale, 1879-1881; 3 vol. in-4°.

Mécanique céleste. Essai philosophique sur la science de l'ordre (méthode ainsi nommée par son auteur); *par* M. A.-J. YVON VILLARCEAU. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°. (Extrait du t. II des *Annales du Bureau des Longitudes.*)

Compagnie universelle du canal maritime de Suez. La question des quarantaines. Notes et documents. Paris, imp. de la Société anonyme de publications périodiques, 13, quai Voltaire, 1882; in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques publié sous la direction de M. le Dr JACCOUD, t. XXXIX, ROU-SCR. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1882; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, t. XVIII, 3e série, année 1881. Troyes, L. Lacroix, 1882; in-8°.

Direction générale des contributions indirectes. Sucre de betterave, fabrication, raffinage et analyse. Conférences de 1881; par CH. BARDY. Paris, Imp. nationale, 1881; in-8°.

De la syphilis du testicule; par le Dr PAUL RECLUS. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Du tubercule du testicule et de l'orchite tuberculeuse; par le Dr P. RECLUS. Paris, bureaux du *Progrès médical* et A. Delahaye, 1876; in-8°. (Ces deux derniers Ouvrages sont adressés au concours Godard.)

Manuel de vivisections; par M. C. LIVON. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°. (Adressé au Concours de Physiologie expérimentale.)

Listes chronologiques du haut personnel des travaux publics de 1599 à 1882; par M. CHEYSSON. Paris, Dunod, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. Lalanne). [Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.*]

Les morsures des serpents venimeux du Brésil et le permanganate de potasse. Faits cliniques recueillis par le Dr J.-B. DE LACERDA. Rio Janeiro, Lombaerts, 1882; br. in-8°.

Station agronomique de Vaucluse. Constitution physique et chimique des terres végétales. Méthode d'analyse sommaire particulièrement applicable aux terres de vignobles. Avignon, Séguin frères, 1882; opuscule in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 avril 1882.)

Pages.	Lignes.	Au lieu de :	Lisez :
1076	23	une douzaine de degrés,	treize degrés et demi.
1077	3	suisses, italiens, autrichiens,	suisse, italien, autrichien.
1078	4	de Montanvers,	du Montenvers.
»	5	près.... Crivola,	pris.... Grivola.
»	7	Aar	Aare.
»	31	de Brenner,	du Brenner.
1080	7	Pelvaz,	Pelvas.
»	10	(Savoie),	la Savoie.
»	14	Grenoble,	l'Oisans.
»	18	de Vanoise,	de la Vanoise.
»	19	2920^m,	2570^m.
»	21	Montanvers,	Montenvers.
»	29	Près de la,	La.
»	31	Près de la,	La.
1081	1	Près de la,	La.
»	3	Près du,	Le.
»	11	Mischabelhorner,	Mischabelhörner.
»	12	Près du Montemboro,	Le Monte Moro.
»	31	Aar,	Aare.
»	35	Aaul,	Aaul, le massif du Tödi.
1082	2	le massif de Tödi (*à supprimer*),	et.
»	7	du Porvatsh,	de Corvatsch.
»	10	du,	de.
»	11	Tyrol (*à supprimer*),	
»	17	La,	Le.
»	18	Montagnes du col, etc.,	Montagnes au nord d'Innsbruck, glaciers de l'Oetzthal et du Stubaythal.
»	21	Près du Geisstein,	Le Geiststein.



// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MAI 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur l'application d'un théorème de Poncelet au calcul approximatif des arcs de courbes planes;* par M. H. Resal.

« Soient u, v deux quantités que l'on peut faire varier, mais de manière que le rapport $\frac{u}{v}$ reste compris entre les limites k_1 et $k_2 > k_1$, limites qu'il peut d'ailleurs atteindre.

» Si l'on pose

$$(1) \qquad k_1 = \operatorname{tang}\theta_1, \quad k_2 = \operatorname{tang}\theta_2, \quad \varepsilon = \frac{\theta_2 - \theta_1}{2},$$

$$(2) \qquad \beta = \frac{\cos(\theta_1 + \varepsilon)}{\cos^2\frac{\varepsilon}{2}}, \quad \alpha = \frac{\sin(\theta_1 + \varepsilon)}{\cos^2\frac{\varepsilon}{2}},$$

on peut substituer à $\sqrt{u^2 + v^2}$ l'expression $\beta u + \alpha v$, en s'exposant à commettre une erreur relative au plus égale à $\operatorname{tang}^2\frac{\varepsilon}{2}$. C'est en quoi consiste le théorème, dû à Poncelet, dont il s'agit.

» Je considère maintenant une courbe plane rapportée à deux axes rec-

tangulaires; son arc élémentaire $ds = \sqrt{1 + \frac{dy^2}{dx^2}}\, dx$ pourra, d'après ce qui précède, être représenté par

(3) $$ds = \left(\beta + \alpha \frac{dy}{dx}\right) dx,$$

θ_2 et θ_1 devenant la plus grande et la plus petite valeur de l'inclinaison de la tangente sur l'axe des x.

» Soient

A_2, A_1 les points de la courbe qui correspondent à θ_2, θ_1 ;
A'', A' deux points de l'arc A_2A_1, qui peuvent d'ailleurs coïncider respectivement avec A_2, A_1 ;
x'', y'' et x', y' les coordonnées de A'', A';
s l'arc $A''A'$.

» La formule (3), qui est applicable à tous les points de l'arc A_2A_1, donne

(4) $$s = \beta(x'' - x') + \alpha(y'' - y').$$

» On pourra donc calculer la valeur d'un arc de courbe d'une étendue quelconque, avec une approximation relative donnée, lorsque l'on pourra déterminer les coordonnées de ses points pour chaque valeur de l'inclinaison de la tangente sur un axe. En effet, de l'erreur relative maximum donnée, on déduira d'abord ε; on fera croître, à partir de sa plus petite valeur, θ en progression arithmétique dont la raison sera 2ε. On décomposera ainsi l'arc en parties dont on déterminera les longueurs par la formule (4).

» Le Tableau suivant, qui se rapporte à $\varepsilon = 4°$ ou à une erreur relative maximum égale à 0,00132, permettra d'abréger les calculs dans un certain nombre de cas :

θ_1.	β.	α.	θ_1.	β.	α.
0.......	0,99868	0,06984	48......	0,61641	0,78897
8.......	0,97934	0,20816	56......	0,50061	0,86708
16.......	0,94083	0,34244	64......	0,37507	0,92831
24.......	0,88403	0,47004	72......	0,24221	0,97048
32.......	0,81001	0,58850	80......	0,10466	0,99573
40.......	0,71020	0,69550	88......	−0,03494	1,0061

» En ayant égard à ces valeurs et comme vérification de la méthode, j'ai

calculé, au moyen de la formule (4), la longueur du quart de la circonférence d'un rayon égal à l'unité et, en posant

$$x'' - x' = \Delta x, \quad y'' - y' = \Delta y,$$

j'ai formé le Tableau suivant :

θ_1.	x.	Δx.	$\beta\,\Delta x$.	y.	Δy.	$\alpha\,\Delta y$.
0	0,00000	0,13917	0,13889	0,00000	0,00973	0,00068
8	0,13917	0,13647	0,13365	0,00973	0,02901	0,00604
16	0,27564	0,13110	0,12334	0,03874	0,04771	0,01634
24	0,40674	0,12318	0,10889	0,08645	0,06550	0,03079
32	0,52992	0,11287	0,09142	0,15195	0,08201	0,04827
40	0,62279	0,10035	0,07125	0,23396	0,09691	0,06740
48	0,74314	0,08590	0,05295	0,33087	0,10994	0,08673
56	0,82904	0,06975	0,03492	0,44081	0,12082	0,10476
64	0,89879	0,05227	0,01960	0,56116	0,12935	0,12007
72	0,95106	0,03375	0,00817	0,69098	0,13537	0,13137
80	0,98481	0,01458	0,00153	0,82635	0,14116	0,14055
88	0,99939	0,00061	−0,00002	0,96510	0,03249	0,03251
90	1,00000	»	»	1,00000	»	»
		Total	0,78459	Total		0,78551

Valeur approchée de l'arc 1,57010

» La différence avec la valeur exacte de l'arc, à la cinquième décimale près, 1,57080, n'est ainsi que 0,0007, ou, en valeur relative,

$$\frac{7}{15708} = 0{,}00044,$$

soit environ le tiers de la limite maximum qui avait été fixée.

» J'ai été conduit ainsi à ces développements en cherchant à calculer rapidement la valeur approchée de la longueur d'un câble de pont suspendu. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'absorption des gaz par le platine*; par M. Berthelot.

« L'étude de la polarisation électrolytique m'a conduit à rechercher la chaleur dégagée dans l'absorption des gaz par le platine, spécialement dans celle de l'hydrogène et de l'oxygène. J'ai opéré avec du platine sous diverses formes, renfermé dans de petits ballons de verre de 75^cc environ,

pourvus de robinets, et qui contenaient de 50^{gr} à 120^{gr} de métal. On les place dans un calorimètre. On fait le vide dans le ballon; on le pèse, puis on y laisse arriver le gaz, de façon à saturer le platine sous une pression aussi voisine que possible de la pression atmosphérique. On pèse ensuite : l'augmentation de poids donne le gaz absorbé.

» Cela fait, on retire, à l'aide de la pompe à mercure, tout le gaz possible, d'abord à froid, puis à 200°, en mesurant chaque fois ce gaz et en déterminant les pertes de poids consécutives à son extraction. Celle-ci est au besoin complétée en recueillant les gaz dégagés, lorsqu'on chauffe le métal dans un tube de verre dur, jusqu'à la température de la fusion du verre : contre-preuve indispensable, et sans laquelle on est exposé parfois à attribuer à un hydrure l'absorption d'hydrogène, due en réalité à la réduction d'un sous-oxyde de platine; ou bien encore à regarder comme attribuable à un état particulier du platine l'absorption d'oxygène, due en réalité à l'oxydation d'un hydrure. De tels hydrures et de tels sous-oxydes me paraissent avoir été fréquemment confondus avec le platine même, dans l'étude des substances fort diverses appelées *noir de platine*.

» 2. *Absorption de l'hydrogène par le platine.* — J'ai opéré avec du platine, pris sous divers états :

» 1° *Mousse de platine.* — La mousse employée a absorbé plusieurs fois son volume d'hydrogène. Chauffée ensuite à 200° dans le vide, elle en a restitué seulement 1^{vol}; c'est-à-dire que l'hydrure formé résistait à cette température. On a placé le ballon vide et pesé dans le calorimètre, et on y a fait arriver de l'oxygène; les premières bulles ont produit une vive incandescence, avec formation d'eau. D'après l'accroissement de poids du ballon et le volume de son espace extérieur, on a calculé le poids de l'oxygène changé en eau; il s'est produit $+25^{Cal}$ pour 8^{gr} d'oxygène fixé à pression constante [1]. Ce dernier peut être regardé comme changé entièrement en eau, le volume d'oxygène condensé comme tel par la mousse de platine étant insignifiant. On déduit de là que 1^{gr} d'hydrogène, H, fixé sur le platine en mousse et *susceptible d'être oxydé ensuite à froid* par l'oxygène libre, dégage $+9^{Cal},5$.

» 2° *Platine réduit par l'acide formique.* — Je dois ce platine à l'obligeance de M. Debray. Chauffé au rouge sombre vers 550° à 600°, dans le

(1) La rentrée du gaz dans le ballon vide dégage une petite quantité de chaleur, soit $0^{Cal},0015$ pour la capacité employée. Cette quantité a été retranchée. Voir Briot, *Théorie mécanique de la chaleur*, p. 136; 1869.

vide, il n'a fourni aucun gaz. $65^{gr},255$ sont placés dans un ballon, sur lequel on fait le vide; on le plonge dans le calorimètre, puis on y fait arriver de l'hydrogène. L'accroissement de poids est de $0^{gr},0407$; en retranchant $0^{gr},0065$ pour le gaz occupant le volume vide, il reste $0^{gr},0342$ fixés sur le platine. La chaleur dégagée a été trouvée $+14^{Cal},2$ pour 1^{gr} d'hydrogène fixé à froid, sous pression constante.

» Mais le composé formé semble un mélange de deux hydrures distincts : l'un dissociable et oxydable à froid par l'oxygène; l'autre plus stable. En effet, en faisant le vide, à froid, on a retiré 95^{cc} d'hydrogène; au lieu de 72^{cc} qui répondaient à la capacité du ballon (diminuée du volume du platine). On repèse le ballon, on y fait arriver de l'oxygène; ce qui donne lieu à un dégagement de chaleur, avec production d'eau. L'accroissement de poids (déduction faite du gaz occupant l'espace vide) était de $0^{gr},0765$. La chaleur dégagée, rapportée à 8^{gr} d'oxygène : $+25^{Cal},8$. Cette chaleur peut être attribuée entièrement à la formation de l'eau, la dose de l'oxygène condensable comme tel sur cette variété de platine étant très petite.

» On en déduit pour la chaleur de formation de l'hydrure réduit par l'oxygène froid : $+8^{Cal},7$, chiffre fort voisin de $9^{Cal},5$ (mousse).

» Mais cet hydrure comprend seulement $0^{gr},0096$ d'hydrogène, sur les $0^{gr},0342$ primitivement fixés; 23^{cc} ou $0^{gr},0020$ ont été dégagés en nature par l'action du vide, à froid. Il reste donc $0^{gr},0226$ d'hydrogène fixés, soit les deux tiers très sensiblement, constituant un hydrure que l'oxygène n'a pas détruit de suite à froid. Cependant cet hydrure n'est pas tout à fait insensible à l'action de l'oxygène; car j'ai vérifié que ce gaz continue à s'absorber lentement.

» Cet hydrure plus stable est susceptible d'être détruit par l'action de la chaleur. Ayant placé $29^{gr},5$ du corps précédent dans un tube de verre dur, sur lequel j'ai fait le vide et que j'ai chauffé graduellement jusqu'à la température du ramollissement du verre, la matière a dégagé peu à peu 127^{cc} d'hydrogène, à la température de l'essai, soit $0^{gr},0108$ d'après le calcul. Les chiffres ci-dessus indiquent $0^{gr},0103$. Il reste du platine en mousse. La chaleur de formation du deuxième hydrure peut être calculée d'après les données précédentes; elle serait, pour $H = 1^{gr}$, égale à $+17^{Cal},0$; c'est-à-dire sensiblement double de celle de l'hydrure le moins stable ($+8^{Cal},7$). Observons que ces deux hydrures sont rapportés, par notre procédé de calcul, à un même état du platine.

» L'hydrogène total, rapporté au poids du platine, fournirait la relation équivalente 1 : 20; rapporté à l'hydrure le plus stable, 1 : 30. Cela

fait 80 fois le volume du platine pour cet hydrure; 120 fois pour le tout. Ces relations sont données sous réserve, une partie du platine pouvant demeurer libre. Toutefois, de tels hydrures n'auraient rien de plus extraordinaire que l'amalgame cristallisé de potassium, $Hg^{24}K$, et divers alliages.

» 3° *Noir de platine.* — Cette matière, obtenue par la réduction du platine dans un milieu alcalin, est réputée absorber des doses beaucoup plus fortes d'hydrogène. Mais on a confondu sous un même nom des corps fort divers. Je ne veux pas discuter s'il existe réellement un noir de platine non chauffé qui soit constitué par le métal pur, c'est-à-dire exempt de toute trace d'oxygène ou d'hydrogène; mais tous les échantillons que j'ai pu me procurer renfermaient de fortes doses d'oxygène : c'étaient des sous-oxydes (¹). A ce titre, ils absorbent de grandes quantités d'hydrogène; mais cet hydrogène est employé à deux usages, une portion réduisant l'oxyde (²), une autre partie formant l'hydrure (³). Je citerai seulement l'expérience

(¹) Noir de platine, desséché à basse température et pulvérulent. Ce corps perd par la chaleur 21 pour 100 d'eau. $31^{gr},5$ (c'est-à-dire 26^{gr} de matière privée d'eau), chauffés graduellement jusque vers 600°, ont dégagé $296^{cc},6$ de gaz, formés de $188^{cc},8$ d'oxygène, $82^{cc},2$ d'acide carbonique et $26^{cc},4$ d'azote, oxyde de carbone, vapeur nitreuse, etc. (volumes bruts). On déduit de là, en réunissant les volumes de l'oxygène libre et de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique, que la substance contenait 1,3 pour 100 d'oxygène, soit Pt^6O : oxyde mêlé sans doute de métal. Elle renferme, en outre, une proportion sensible de carbone, soit $\frac{1}{40}$ d'équivalent environ pour Pt, sous forme de composé complexe, que l'oxygène brûle. Cette combustion a lieu surtout dans les premiers moments de l'échauffement, le volume de l'acide carbonique étant alors double de celui de l'oxygène dégagé.

Ce même noir, desséché à 150°, avait perdu la moitié environ de son volume d'oxygène. $49^{gr},9$ ont dégagé ensuite à 600° : $299^{cc},4$ de gaz, formés de $211^{cc},5$ d'oxygène, $74^{cc},5$ d'acide carbonique, et $13^{cc},4$ d'azote et gaz divers.

(²) Tel paraît être le cas du noir de platine employé par Favre dans ses expériences, où il a mesuré le volume d'hydrogène absorbé sans s'assurer s'il se formait de l'eau. De là la variation de 23^{Cal} à 13^{Cal} dans la chaleur dégagée (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. I, p. 255). Ses chiffres ne se rapportent pas à une réaction unique et définie, formation d'hydrure ou réduction d'oxyde; mais à l'ensemble des deux réactions.

(³) Noir desséché à basse température : $45^{gr},644$ ont absorbé $0^{gr},0513$ d'hydrogène (pesé), en dégageant $+42^{Cal},6$ pour $1^{gr} = H$. Ce chiffre surpasse la chaleur de formation de l'eau; c'est-à-dire que l'oxyde serait formé avec absorption de chaleur. Mais il y a lieu d'en déduire la chaleur dégagée par les changements d'état du platine. Une partie de l'hydrogène absorbé a formé d'ailleurs un hydrure, qui s'échauffe, s'oxyde au contact de l'air.

Avec un autre échantillon de noir, séché préalablement à une plus haute température, la

suivante : le noir employé avait été chauffé dans le vide, jusqu'à la température du ramollissement du verre. A cette température même, il retenait encore de l'oxygène, mais en petite quantité. 72^{gr} de cette substance, placés dans un ballon au sein du calorimètre, ont absorbé $0^{gr},0671$ d'hydrogène; soit 0,0606, en déduisant le gaz qui occupe l'espace vide, et il s'est dégagé $+12^{Cal}$ pour 1^{gr} de H fixé; mais il s'était formé en même temps un peu d'eau. On a fait le vide, à froid, puis dirigé de l'oxygène dans le ballon; le poids de l'oxygène, fixé immédiatement à froid, répondait à la réduction de $\frac{1}{5}$ seulement de l'hydrure, les $\frac{4}{5}$ résistant davantage, comme plus haut. Ces résultats sont moins nets que les précédents; ils se compliquent en outre des changements d'état du platine, comme il va être dit. Cependant, la signification générale des faits demeure la même.

» 3. *Absorption de l'oxygène par le platine*. — Le platine, quel qu'en soit l'état, placé dans le vide, puis mis en présence de l'oxygène, s'échauffe d'une manière sensible. Mais la quantité totale de chaleur, estimée dans le calorimètre, a toujours été fort petite. Par exemple :

	Cal
Avec la mousse ($117^{gr},6$)	0,0083
Avec le platine réduit par l'acide formique ($66^{gr},3$)	0,0094
Avec le noir chauffé dans le vide, vers la fusion du verre (72^{gr}).	0,0053
Avec un noir préparé à basse température, saturé d'hydrogène, puis exposé à l'air pendant quelque temps ($45^{gr},1$)	0,018

» Ces nombres doivent être diminués de $0^{Cal},0015$ pour les ramener à pression constante. Ils répondent à de très petits volumes d'oxygène, volumes si petits que je n'ai pu les évaluer exactement par le procédé de calcul ordinaire. Ce procédé consiste à mesurer l'accroissement de poids du ballon et à en retrancher le poids de l'oxygène qui occupe l'espace vide, calculé d'après la capacité du ballon et la densité du platine. La différence serait le poids de l'oxygène fixé. Mais ce calcul donne des nombres très petits et très divergents, parfois même nuls ou négatifs; ce qui signifie que la densité du platine pur diffère notablement de celles du noir et des diverses variétés signalées. Je ne connais aucun procédé exact pour éva-

---

chaleur dégagée a été trouvée seulement de $+9^{Cal},3$ pour $1^{gr} = H$. Le produit chauffé à 200° a dégagé une grande quantité d'eau, ce qui y démontre la présence de l'oxygène. Mais cette eau était-elle déjà formée à froid? ou bien résulte-t-elle de la réaction à 200° de l'hydrure sur l'oxyde juxtaposé? La petitesse du nombre, $9^{Cal},3$, qui est celui même de l'hydrure seul, serait favorable à cette dernière opinion.

luer ces densités. Il est permis d'affirmer pourtant que la chaleur dégagée serait considérable pour un équivalent d'oxygène fixé.

» On a signalé une variété de platine qui absorberait 250 fois son volume d'oxygène; mais je n'ai pas pu me la procurer.

» 4. *Changements d'état du noir de platine.* — Le noir de platine, séché à une température modérée (sous-oxyde), puis traité par l'oxygène dans le vide, a fourni des résultats singuliers, que je vais citer maintenant. Les poids d'oxygène fixés sont toujours trop petits pour être évalués avec certitude; mais la chaleur dégagée dans chaque essai varie avec le nombre des échauffements et traitements préalables :

	Cal
Noir porté une fois à 200° ($95^{gr},9$)	+0,0595
3 fois à 200°	+0,0469
4 fois à 200°	+0,0125
5 fois à 200°	+0,0116

» Les premières quantités de chaleur, rapportées au poids d'oxygène fixé, tel que je l'ai trouvé, donneraient des chiffres colossaux, soit 92^{Cal} par gramme; mais ils répondent, en réalité, à une transformation progressive du noir, sans changement appréciable de composition chimique. La chaleur totale dégagée par ce changement ne peut pas d'ailleurs être évaluée ainsi, parce qu'une très faible fraction répond aux phénomènes produits dans le calorimètre. Ce phénomène mérite au plus haut degré l'attention : en effet, il prouve que l'état des corps poreux change continuellement, pendant qu'ils absorbent des gaz; leur volume ne saurait être calculé avec certitude d'après leur densité mesurée d'avance, ni la chaleur dégagée rapportée à leur état initial.

5. Si nous nous reportons maintenant aux réactions chimiques exercées par le platine, il est difficile de ne pas y faire jouer un rôle à ces hydrures, formés avec un dégagement de chaleur qui peut atteindre 17^{Cal}, et à ces composés résultant de la condensation de l'oxygène, véritables oxydes dissociables, dont la chaleur de formation est considérable, quoiqu'elle n'ait pu être mesurée. Cet ordre de composés et leur état de dissociation jouent un rôle important dans les actions dites de présence exercées par le platine, réactions qui résultent sans doute de la formation de composés instables, incessamment détruits et régénérés.

6. J'en dirai autant de la polarisation. La force électromotrice nécessaire pour décomposer l'eau en présence du platine est, en réalité, la différence entre celle qui répondrait à la séparation pure et simple de l'hydro-

gène et de l'oxygène ($+ 34^{Cal},5$), et la somme de celles qui répondent à la formation de l'hydrure ($+ 14^{Cal},2$ et même $+ 17^{Cal},0$) et du composé oxydé. Cette dernière étant inconnue, mais certainement considérable, on s'explique par là comment on observe des indices d'électrolyse avec des courants même très faibles. Mais le phénomène s'arrête aussitôt, en raison des changements survenus dans la constitution chimique et dans la conductibilité des électrodes; pour recommencer à mesure que les gaz unis au platine auront été écartés par la dissociation, la diffusion dans les liqueurs, l'action oxydante de l'air dissous, en un mot par les diverses influences secondaires qui tendent à rétablir l'état initial du système. A cet égard, l'électrode négative, qui absorbe une dose notable d'hydrogène, devra se comporter autrement que l'électrode positive, qui n'absorbe que des doses presque insensibles d'oxygène.

» 7. Soit encore l'inflammation d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène par le platine. C'est la formation de l'hydrure le moins stable et son oxydation à froid par l'oxygène qui expliquent le phénomène. En effet, l'hydrogène, arrivant au contact du platine, s'y combine, en dégageant une certaine quantité de chaleur. L'hydrure ainsi formé étant attaquable à froid par l'oxygène, avec production d'eau, dégage une nouvelle quantité de chaleur; ce qui élève la température du système. Une nouvelle dose d'hydrogène arrivant incessamment reproduit l'hydrure, puis l'eau, et la température monte continuellement, jusqu'à atteindre le degré où le platine rougit et où le mélange gazeux d'oxygène et d'hydrogène s'enflamme de lui-même. Cette explication est conforme de point en point aux phénomènes que tous les chimistes ont observés dans la réaction du platine sur le mélange tonnant. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur les matières organiques et les fermentations;* par MM. **Paul Bert** et **P. Regnard**.

« Notre éminent maître, M. Dumas, dans son Rapport du 8 mai dernier sur les travaux de M. Béchamp, parle de la décomposition de l'eau oxygénée par la fibrine du sang : il ajoute qu' « aucune autre matière animale » ne possède cette singulière action.

» C'est là, bien évidemment, l'état de la science à ce jour. Mais, depuis plusieurs mois, nous avons fait un certain nombre de recherches qui démontrent que beaucoup de substances animales ont sur l'eau oxygénée une action identique à celle de la fibrine même.

» Nos premières recherches sur l'influence réciproque de l'eau oxygénée et des substances vivantes datent de 1880, et à cette époque nous avons étudié surtout son action sur les phénomènes de fermentation. Les résultats de nos expériences ont alors été présentés à la Société de Biologie, et nos Communications précèdent de plus d'un an les publications faites en Allemagne sur le même sujet.

» Qu'on nous permette d'y revenir un instant. Nous avons vu d'abord que toute fermentation due à un ferment figuré est immédiatement et définitivement arrêtée par l'eau oxygénée. Le ferment est tué et, même après l'élimination de l'eau oxygénée par l'une des substances qui la détruisent le plus rapidement, la fermentation ne reprend plus.

» La levure de bière est de cette manière tuée subitement, bien qu'elle-même possède la propriété de décomposer le peroxyde d'hydrogène. Il en est de même de tous les végétaux microscopiques, de tous les vibrions; la fermentation acétique, la putréfaction sont immédiatement et à tout jamais arrêtés par la présence de quelques gouttes d'eau oxygénée. Nous avons pu laisser pendant des mois entiers du vin, de l'urine, du lait, dans des vases ouverts, sans que ces liquides aient présenté la moindre trace d'altération, tandis que des échantillons identiques placés à côté et non additionnés d'eau oxygénée étaient dans un état de complète décomposition.

» Toutes les substances qui ne décomposent pas l'eau oxygénée peuvent ainsi être indéfiniment conservées par elle : celles qui, au contraire, la détruisent, commencent à se putréfier dès qu'elle a disparu.

» L'eau oxygénée a encore sur la cellule vivante une autre action : elle peut, comme l'oxygène comprimé, comme l'acide carbonique, l'azote, etc., la mettre dans un état d'asphyxie qui a pour conséquence la désoxygénation des substances qui la baignent.

» En plaçant, par exemple, des cerises dans de l'eau additionnée de quelques gouttes d'eau oxygénée, nous avons pu en extraire, après quelques mois, une quantité d'alcool très notable. Il s'était en même temps formé une série de substances volatiles qui donnaient à la liqueur une odeur et une saveur des plus agréables.

» Le tissu du foie laissé dans de l'eau oxygénée sans cesse renouvelée exhale bientôt, comme dans l'oxygène comprimé, l'azote ou l'acide carbonique, une forte odeur de méthylamine.

» Cette action de l'eau oxygénée sur les ferments figurés en fait un antiseptique puissant. Peut-être cette substance pourrait-elle être employée en Chirurgie; peut-être même aurait-elle quelque valeur comme parasiticide;

c'est ce que nous apprendront bientôt des expériences en cours d'exécution.

» Si les ferments figurés sont anéantis par le peroxyde d'oxygène, les ferments solubles ne semblent pas touchés par cette substance; la salive, la diastase, les sucs gastrique et pancréatique continuent à agir dans des dissolutions chargées d'eau oxygénée.

» Après avoir étudié l'action du peroxyde d'hydrogène sur les ferments, nous avons été amenés à rechercher l'influence qu'auraient sur elle les différentes matières animales et végétales. Thenard avait vu que la fibrine du sang décomposait l'eau oxygénée; il avait assimilé son action à celle des ferments : il était du plus grand intérêt de voir si vraiment cette substance jouit seule de ce singulier privilège.

» Nous avons successivement essayé toutes les substances albuminoïdes et tous les tissus composant le corps des animaux à l'état sain ou pathologique, et nous avons pu voir qu'un certain nombre décomposent l'eau oxygénée comme la fibrine du sang elle-même.

» Tout d'abord nous avons constaté que la fibrine dissoute dans l'acide chlorhydrique avait perdu son action, qui restait tout entière dans le résidu, fait déjà signalé par M. Béchamp.

» Si, par une digestion artificielle, l'on transforme la fibrine en fibrine-peptone, l'eau oxygénée n'est plus décomposée par elle.

» Les substances dites *fibrinogènes*, que le passage d'un courant d'acide carbonique précipite du plasma sanguin, sont absolument sans action sur l'eau oxygénée; le plasma et le sérum continuent, au contraire, à agir avec énergie.

» C'est dire que le *sang*, même défibriné, agit avec beaucoup d'intensité : cette action semble être tout entière contenue dans le sérum.

» A côté du sang, nous rencontrons, comme substances actives, le *tissu conjonctif* sous toutes ses formes : tissu *cellulaire sous-cutané*, tissu *de la rate*, du *rein*, du *pancréas*; il va sans dire que ces tissus ont été débarrassés du sang qu'ils contenaient par un lavage prolongé à travers les vaisseaux.

» Le tissu du foie, devenu par le lavage complètement incolore, décompose l'eau oxygénée avec plus d'intensité que la fibrine du sang : l'action est instantanée, et comparable à celle que provoque l'oxyde d'argent.

» Les *cartilages articulaires*, les *fibro-cartilages*, les *cartilages d'ossification* décomposent aussi nettement l'eau oxygénée. Il en est de même de l'*osséine*.

» Parmi les liquides pathologiques, nous n'avons rencontré jusqu'à présent que le liquide de la *pleurésie aiguë*, qui, en raison de la fibrine qu'il tient, agisse sur le peroxyde d'hydrogène.

» Parmi les substances végétales, on remarquera que les tissus des *champignons*, des *truffes* en particulier, décomposent l'eau oxygénée avec une grande intensité. L'*orge germée* agit avec autant d'énergie que la fibrine du sang ou que le tissu du foie.

» Toutes ces substances deviennent inertes si elles ont été chauffées au delà de 70°.

» En revanche, la putréfaction ne leur enlève pas leur pouvoir et ne le diminue même en rien. On ne saurait, dans ce cas, incriminer les nombreux infusoires qui s'y développent, car les substances inactives n'acquièrent pas par la putréfaction la propriété de décomposition, et pourtant les microbes s'y développent alors en aussi grande quantité que dans les substances actives.

» Énumérons maintenant les substances organiques qui n'agissent aucunement sur l'eau oxygénée.

» Ce sont : l'*albumine de l'œuf*, la *caséine*, le *cristallin sain* ou *cataracté*, l'*humeur aqueuse*, l'*humeur vitrée*, le *lait*, l'*urine*, l'*urée*, toutes les matières d'extrait à froid des urines dans le vide, le *jaune d'œuf*, les *graisses*, la *pepsine*, la *salive*, les *peptones*, les *sucres*, l'*amidon*, les *jus de fruits* (cerises, poires, pommes, raisins), les *liquides du péricarde* et du *péritoine*, les liquides de l'*ascite* et de l'*hydrothorax*.

» Ces faits multiples se groupent dans les propriétés suivantes :

» 1° L'eau oxygénée très diluée arrête les fermentations dues au développement d'êtres vivants et la putréfaction de toutes les substances qui ne la décomposent pas;

» 2° Elle n'agit aucunement sûr les fermentations diastasiques;

» 3° L'eau oxygénée diluée n'est détruite ni par les graisses, ni par les amylacés, ni par les ferments solubles, ni par l'albumine de l'œuf, la caséine, les peptones, ni par la créatine, la créatinine, l'urée;

» 4° Elle est rapidement détruite par les matières azotées collagènes, par la musculine, la fibrine du sang et diverses matières azotées végétales;

» 5° Cette action est définitivement arrêtée par une température supérieure à 70°. La putréfaction la laisse au contraire absolument intacte.

» Nous avons cru devoir présenter dès aujourd'hui cet ensemble de faits à l'Académie. Mais la question est loin d'être épuisée. Nos recherches portent maintenant tout particulièrement sur les substances qui vont se transformer en fibrine et sur celles qui dérivent de la fibrine. Il ne faut, dans l'étude si complexe des matières albuminoïdes, négliger aucun moyen d'action. »

GÉOGRAPHIE. — *Réponse aux objections faites par M.* de Lesseps *dans la dernière séance;* par M. É. Cosson.

« 1° Si la surélévation du premier Chott n'est pas un obstacle absolu à la réalisation du projet, on ne peut nier qu'elle n'en augmente singulièrement les difficultés. En tout cas, elle démontre que les Chott n'ont pas communiqué avec la Méditerranée, communication d'abord admise par M. Roudaire et qui était le point de départ de son projet.

» 2° La Farfaria n'est insalubre que parce qu'elle est inculte; du temps des Romains elle était très fertile, et, il y a peu d'années, il y existait deux centres de populations indigènes. La mer intérieure, en submergeant une grande partie de la Farfaria, ces terrains si riches où la couche de terre végétale a plus de 8 mètres, ne supprimera pas les causes d'insalubrité: elle ne fera que les déplacer et les reporter plus au nord, sur les points où les Oued ou leurs deltas se déverseront dans la mer.

» 3° Je n'ai pas dit que les émanations de l'eau de mer soient insalubres. Le mélange des eaux salées et des eaux douces lui-même peut ne pas créer de dangers au point de vue de la salubrité, quand ces eaux ne sont pas stagnantes et que le mélange ne se fait pas par infiltrations lentes.

» 4° Le voisinage de la mer est défavorable à la culture du Dattier. Ce qui le prouve, c'est que les dattes, même des meilleures variétés, à Gabès et dans l'île de Djerba, sont bien inférieures à celles du Blad-El-Djerid et du Souf.

» 5° Avec tous ceux qui connaissent bien les conditions climatériques générales du Sahara, j'ai toujours nié que la mer intérieure puisse modifier même le climat local, et, bien entendu, je n'ai jamais avancé qu'elle exercerait une influence quelconque sur le climat de l'Europe.

» 6° Les Chott ne sont pas plus une barrière pour nous que pour les Arabes; les reliefs que l'on a désignés sous le nom de *seuils* offrent un passage facile en tout temps, et, quand nous connaîtrons mieux les autres passages, ils seront en nombre suffisant.

» 7° La mer intérieure, dont le canal d'alimentation peut être fermé à la navigation par des torpilles et même par quelques troncs de Dattiers, et où, des deux rives, on serait exposé au feu de l'ennemi, est loin d'être un moyen d'assurer la facilité des transports de troupes.

» 8° La contrebande qui pénètre par le sud de la Tunisie et par la Tripolitaine, et qui inonde de marchandises étrangères les marchés du Souf et les autres marchés du sud de l'Algérie, ne sera nullement empêchée par

la mer intérieure. En cas de guerre, cette mer pourrait au contraire devenir elle-même le moyen de contrebande le plus puissant et le plus dangereux.

» 9° Je n'ai pas contesté qu'il existe un tirant d'eau suffisant en face du canal projeté pour l'alimentation de la mer intérieure; mais il est certain que le golfe de Gabès est mauvais pour la navigation. MM. Roudaire et de Lesseps ne peuvent le contester.

» Mes communications à l'Académie et mes publications me paraissent avoir établi par des faits bien constatés l'inutilité et les dangers de la mer intérieure; aussi m'abstiendrai-je dorénavant de répondre à des objections de détail et de faire dégénérer la discussion en controverses ne prouvant rien quant au fond de la question, qui est de savoir si la réalisation du projet de M. Roudaire présente des avantages compensant les inconvénients, les dangers et l'énormité des dépenses. »

M. Alph.-Milne Edwards annonce à l'Académie que l'aviso de l'État *le Travailleur* se prépare à effectuer, pendant les mois de juillet et d'août, une nouvelle campagne scientifique dans l'océan Atlantique, et que la direction lui en a été confiée par M. le Ministre de l'Instruction publique. Ces recherches commenceront dans le golfe de Gascogne, et elles s'étendront jusqu'à Madère et aux Canaries. M. A.-Milne Edwards se met à la disposition de ses collègues pour faire, pendant cette expédition, les observations qu'ils voudront bien lui indiquer.

M. Janssen lit une Note sur ses observations pendant l'éclipse du 17 du courant. Cette Note paraîtra dans un prochain numéro.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Is. Pierre*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Demontzey obtient.		40	suffrages.
M. Baillet	»	3	»
M. Grandeau	»	1	«

M. Demontzey, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la mesure de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère.* Note de M. MASCART.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une des dernières séances de l'Académie (6 mars), M. Dumas signalait l'intérêt que présente la détermination de l'acide carbonique contenu dans l'air prélevé en différents points de la surface du globe, et indiquait les précautions à prendre pour obtenir en voyage les éléments nécessaires à cette détermination. Plusieurs savants ont résolu le problème par des méthodes d'une précision remarquable, mais la plupart exigent que l'on fasse passer très lentement un volume d'air assez grand, 50^{lit} au moins, sur des absorbants de l'acide carbonique. La dimension des appareils destinés à évaluer le volume d'air écoulé et la durée des expériences ne laissent pas que de présenter de sérieuses difficultés, surtout en voyage. Je me hasarderai donc à proposer une autre méthode, basée sur la mesure directe de la diminution de pression qu'éprouve une masse d'air, à température et à volume constants, quand on la prive de son acide carbonique.

» La quantité qu'il s'agit de mesurer est sans doute très petite, elle n'atteint que $\frac{3}{10000}$ de la pression primitive, soit $0^{mm},3$ pour une pression de 1^{m} de mercure, et n'équivaut pas à l'effet que produirait un changement de température de $\frac{1}{10}$ de degré; mais la difficulté peut être éludée à l'aide d'une compensation analogue à celle qui a été employée par Regnault pour déterminer les densités des gaz et pour constater directement les différences de leurs dilatations.

» L'air à étudier, privé d'abord de sa vapeur d'eau, est renfermé dans le réservoir d'un thermomètre à gaz. Un second réservoir pareil contient le même volume d'air sec, et communique avec le premier par un manomètre à mercure. Les deux réservoirs sont placés dans le même bain liquide qui les maintient à la même température, et l'on évalue la différence des pressions des deux gaz lorsque le niveau du mercure du réservoir témoin est amené à un certain repère. A l'aide d'une pompe à mercure, on enlève alors l'air étudié en le faisant passer lentement sur de la potasse, on le met en réserve dans un tube auxiliaire, puis, par un jeu de robinets,

on le refoule dans le réservoir primitif. Quand le mercure est ramené au même repère dans le tube témoin, la différence des niveaux a changé d'une quantité qui correspond à la richesse en acide carbonique, c'est-à-dire d'environ $\frac{30}{100}$ de millimètre pour une pression de 1^{m} de mercure.

» Lorsque les différences de niveau sont si faibles, il est facile, avec quelques précautions, de faire les lectures au centième de millimètre, ce qui donnerait déjà une approximation de $\frac{1}{30}$ au moins pour la proportion d'acide carbonique; mais on peut augmenter la précision de l'expérience en augmentant la pression au moment de l'observation. Une pression de 4^{m} de mercure donnerait à mesurer une différence de niveau de $1^{mm},20$ et une erreur relative inférieure à $\frac{1}{100}$.

» J'ai fait quelques essais au Collège de France avec un appareil improvisé, qu'il n'est pas utile de décrire, en opérant sur un volume primitif d'air de 400^{cc} que l'on réduisait ensuite au quart environ. J'ai pu m'assurer que l'expérience est relativement facile à répéter; mais, comme on pouvait le prévoir, j'ai reconnu aussi que, dans la construction d'un appareil définitif, il serait nécessaire de prendre diverses précautions pour éliminer les traces de gaz qu'entraîne le mercure pendant les manœuvres de transvasement. Toutes les opérations que comporte une détermination complète me paraissent pouvoir être effectuées en une heure.

» Pour les voyages, il suffirait alors de faire des prises d'air de 500^{cc} environ dans des tubes de verre scellés à la lampe. Ces tubes, rapportés au laboratoire, permettraient ensuite de faire les analyses à loisir; on y trouverait encore l'avantage que le gaz, étant intact, pourrait servir à des recherches de toute autre nature. Une légère modification de l'appareil permettrait, en particulier, d'utiliser la même méthode pour déterminer les petites variations qui peuvent se produire dans la richesse de l'air en oxygène. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quantité d'acide carbonique contenue dans l'air, à Calèves, près Nyon (Suisse) (altitude, 420^{m}).* Note de M. **Risler**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

	Volumes dans 10000.		
1872.	Moyenne du mois.	Maximum du mois.	Minimum du mois.
Août..........	2,998	3,492 le 9	2,616 le 2
Septembre......	3,020	3,123 le 12	2,530 le 5

1872.	Volumes dans 10000. Moyenne du mois.	Maximum du mois.	Minimum du mois.
Octobre	2,953	3,067 le 25	2,703 le 20
Novembre......	3,043	3,204 le 15	2,867 le 1er
Décembre......	3,058	3,215 le 11	2,919 le 17
1873.			
Janvier........	3,016	3,094 le 29	2,889 le 30
Février........	3,045	3,196 le 28	2,820 le 20
Mars...........	3,088	3,239 le 26	2,914 le 20
Avril..........	3,053	3,261 le 1er	2,861 le 28
Mai............	3,139	3,326 le 3	2,880 le 25
Juin...........	3,062	3,318 le 8	2,653 le 22
Juillet........	2,944	3,128 le 1er	2,665 le 7
Moyenne générale.	3,035		

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Inoculabilité de la tuberculose par la respiration des phtisiques.* Note de M. GIBOUX.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

« Dans un Mémoire communiqué à l'Académie dans la séance du 25 novembre 1878, j'ai établi, à l'aide de l'expérimentation et de la clinique, la *nocuité de l'air expiré par les phtisiques.*

» Voulant contrôler mes premières recherches, j'ai continué mes expériences à l'effet de savoir tout d'abord si l'air incriminé renferme bien en lui-même le germe de l'affection que portait le sujet dont il provient, et s'il ne serait pas possible de priver cet air de ce germe, c'est-à-dire de le rendre non infectieux.

» Pour cette seconde série d'expériences, j'ai procédé comme pour la première.

» Je me suis préalablement assuré une provision quotidienne de 40000^{cc} à 50000^{cc} d'air expiré par des phtisiques au deuxième et troisième degré. J'ai fait disposer dans une pièce une caisse en bois mesurant 2^m de longueur, $1^m,50$ de hauteur et $1^m,75$ de largeur, et dont chacun des côtés portait plusieurs ouvertures grillées pouvant être oblitérées à volonté.

» Le 12 janvier 1881, je plaçai dans cette caisse (caisse n° 1) deux jeunes lapins nés depuis quelques jours de parents sains, ce dont je m'assurai d'ailleurs en sacrifiant les auteurs de la portée, qui comprenait quatre petits,

et dont les autres furent placés dans une caisse (caisse n° 2) semblable comme forme à la première et située dans une autre pièce.

» A dater du 15 janvier jusqu'au 29 avril, c'est-à-dire pendant une période de cent cinq jours, j'ai introduit journellement dans la caisse n° 1 de 20000^{cc} à 25000^{cc} d'air expiré par des phtisiques. Voici comment je procédais : à midi et le soir à 7^h, les ouvertures grillées étaient complètement oblitérées; un petit trou circulaire, pratiqué sur un des côtés de la caisse, permettait d'introduire dans son intérieur le tube en caoutchouc d'une poche de même substance contenant l'air infecté. Le volume de cet air était mesuré à l'aide d'une tige graduée portée par la poche, comme cela existe dans le spiromètre de Boudin; la poche contenait de 10000^{cc} à 12000^{cc} d'air, et dès qu'elle était entièrement vide, je fermais la continuation avec la caisse. Deux heures après, j'ouvrais toutes les ouvertures.

» Je pratiquai chaque jour, sur la caisse n° 2, deux opérations absolument conformes au manuel que je viens d'indiquer, sauf que l'air expiré, avant de s'introduire dans la caisse, était forcé de traverser une couche de ouate phéniquée et renouvelée lors de chaque opération. Les expériences eurent lieu également du 15 janvier au 29 avril 1880.

» Pendant tout ce laps de temps, les lapins placés dans la caisse n° 2 ne présentèrent rien d'anormal ; mais ceux qui se trouvaient dans la caisse n° 1 parurent éprouver à peu près les mêmes symptômes que j'ai notés dans mon premier Mémoire, à savoir : perte de l'appétit, soif intense, nonchalance, diarrhée, amaigrissement. Arrivés à la période de consomption, les lapins de la caisse n° 1 furent sacrifiés le 29 avril, et tous deux présentèrent des tubercules dans les poumons, dans le foie et dans la rate; mais les lésions pulmonaires étaient beaucoup plus avancées que celles des autres viscères, et, comme dans mes premières expériences, les lobes supérieurs des poumons étaient plus fortement atteints que les lobes inférieurs.

» Par contre, l'autopsie des lapins contenus dans la caisse n° 2, faite ce même jour, ne dévoila aucune altération organique, aussi furent-ils servis sur ma table et mangés sans répugnance par moi et par les membres de ma famille mis au courant de mes expériences ; leur chair était aussi bonne que celle d'autres animaux de même espèce.

» De cette nouvelle série d'expériences résulte la confirmation des conclusions de mon précédent Mémoire, c'est-à-dire l'inoculabilité de la tuberculose par la respiration des phtisiques.

» Je ferai connaître prochainement le résultat des expériences que j'ai entreprises pour savoir si de l'air expiré par des individus sains, mis en

contact avec un corps imprégné du germe de la tuberculose, peut ou non, après avoir été inhalé, engendrer des lésions tuberculeuses. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches de Physiologie pathologique sur la respiration.* Mémoire de MM. **Gréhant** et **E. Quinquaud**, présenté par M. Marey. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

« Malgré de nombreux et importants travaux relatifs à l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique, l'accord est loin d'être complet; nos expériences actuelles ont pour but de rechercher l'influence exercée sur cette exhalation par des lésions locales produites expérimentalement chez les animaux, et de comparer les résultats à ceux qui ont été obtenus chez les malades ayant des lésions analogues.

» La technique expérimentale consiste en une modification du procédé qui a été employé par Gréhant, pour doser l'exhalation de l'acide carbonique à l'état normal. Nous nous sommes servis de deux soupapes à eau de Müller, l'une servant à l'inspiration, l'autre à l'expiration; elles sont en rapport avec un tube qui se rend à la muselière ou à un masque en caoutchouc; de chaque côté sont fixés deux ballons en caoutchouc munis de robinets à trois voies : le premier renferme 50^{lit} d'air mesurés au compteur, préalablement vérifié; le second est destiné à contenir l'air de l'expiration, dont le volume est apprécié par l'analyse faite à l'aide de l'eudiomètre de Mitscherlich; cet air barbote à travers des flacons de Woolf modifiés renfermant de la potasse et de l'acide sulfurique; la circulation de l'air est déterminée par une trompe et un régulateur de pression à mercure; les barboteurs sont pesés avant et après le passage de l'air, à l'aide d'une grande balance de Deleuil sensible au centigramme, ce qui permet d'apprécier le poids de l'acide carbonique exhalé dans 50^{lit} d'air.

» Des nombreuses expériences faites à l'aide de cette méthode, sur les animaux et sur l'homme, nous pouvons conclure : 1° que dans les altérations bronchiques, pulmonaires, pleurales, même avec fièvre, l'exhalation de l'acide carbonique est diminuée dans des proportions variables.

» 2° Le mécanisme ne consiste pas en une sorte de barrage pulmonaire, la lésion retentit sur les éléments de l'organisme pour amener des diminutions, un retentissement sur la nutrition générale dans les divers points

où se forme l'acide carbonique : les dosages des gaz du sang avant, pendant et après plaident en faveur de cette pathogénie.

» Pour mieux fixer les idées, nous reproduisons ici quelques expériences types.

FAITS EXPÉRIMENTAUX.

a. — Injection de nitrate d'argent dans le poumon d'un chien terrier (solution à 1 pour 100).

Date des expériences.	Observations.	Poids de l'animal.	Poids d'acide carbonique exhalé dans 50lit d'air.	Durée de l'expérience.	Température rectale.
		kg	gr	m s	o
30 octobre 1881....		18,300	3,035	8.10	39,3
5 déc. 1881 à 3h...		»	3,051	7.50	»
5 déc. 1881 à 5h...	Injection de 6cc de solution de nitrate d'argent à l'aide d'une longue sonde en gomme, introduite par une plaie faite à la trachée.		1,545	5.10	40
7 décembre 1881...	On entend à l'auscultation des râles sous-crépitants prédominant à droite.	16,545	1,648	5	40,2
8 » ...		16,695	2,032	6.20	40,1
9 » ...		17,345	1,998	6.10	39,4
10 » ...	Râles moins nombreux.	17,145	2,445	7.12	39,25
12 » ...		16,345	3,04 (1)	8. 7	39,15

» Il est facile de voir qu'avec la production de la lésion coïncide exactement une diminution de la quantité d'acide carbonique exhalé, malgré l'élévation de la température, qui de 39°,3 monte à 40°,2, tandis qu'à partir du 8 décembre la quantité d'acide carbonique augmente graduellement, les râles broncho-pulmonaires diminuent, la température et la respiration reviennent à la normale; le 12, l'animal respire ses 50lit en huit minutes sept secondes : à l'état normal, il les respirait en huit minutes dix secondes ; la température normale était de 39°,3, le 12 décembre elle est de 39°,15 ; avec la lésion se montre la diminution de l'acide carbonique qui augmente lorsque l'altération guérit. On peut donc apprécier l'état de la lésion par le dosage de l'acide carbonique.

---

(1) Nombre identique au 1er du 30 novembre, obtenu avant l'injection du nitrate.

FAITS PATHOLOGIQUES.

A. — *Femme adulte atteinte de pleurésie avec épanchement. — Mesure de l'exhalation de l'acide carbonique.*

Date des recherches.	Remarques cliniques.	Poids de l'acide carbonique exhalé dans 50^{lit} d'air.	Durée de l'expérience.	Nombre de respirations par minute.
20 février 1882.	Grand épanchement pleural droit avec matité absolue dans les $\frac{2}{3}$ inférieurs de la poitrine.............	gr 0,396	m s 8.40	24
22 »	Depuis plusieurs nuits légers accès de suffocation.....	0,42	8	22
23 »	Thoracentèse, on retire 1600^{gr} de liquide citrin. La respiration s'entend dans les $\frac{2}{3}$ supérieurs de la poitrine...........	1,716	8.20	24
25 mars 1882..	Ce qui restait de liquide se résorbe graduellement...	2,27	7.30	20
3 avril 1882..	La respiration ne reste obscure que dans le $\frac{1}{5}$ inférieur; la malade est en pleine convalescence....	»	»	»
13 »	Le 10 avril bronchite aiguë.	1,08	8.30	22

» Avec la phase d'épanchement, l'exhalation de l'acide carbonique est très faible; mais, avec la soustraction du liquide, la fonction pulmonaire arrive presque à la normale; du 25 mars au 3 avril une bronchite accidentelle survient, le poids d'acide carbonique exhalé diminue : donc cette mesure est un réactif très sensible pour reconnaître comment le poumon fonctionne.

» *Mécanisme de cette faible exhalation.* — Deux explications sont plausibles : ou bien l'altération pulmonaire s'oppose à l'élimination de CO^2 qui doit s'accumuler dans le torrent circulatoire, ou bien la lésion retentit sur la nutrition générale pour diminuer la production de CO^2. L'expérience justifie cette dernière hypothèse : sur un chien de $10^{kg},77$ l'exhalation à l'état normal est de $2^{gr},66$, et 100^{cc} de sang veineux renferment $53^{cc},75$ de CO^2; après la lésion du poumon, l'exhalation tombe à $1^{gr},89$, et 100^{cc} de sang contiennent $45^{cc},1$ d'acide carbonique; donc, loin de s'accumuler,

l'acide carbonique est en moindre quantité, ce qui indique que la formation de CO^2 dans l'organisme a diminué (¹). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la persistance des effets de l'inoculation préventive contre le charbon symptomatique et sur la transmission de l'immunité de la mère à son produit dans l'espèce bovine.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

« A. Il est important de connaître la durée de l'immunité que l'on peut conférer aux animaux de l'espèce bovine, contre le charbon symptomatique, par l'injection intra-veineuse du virus de cette maladie.

» Déjà, au mois de septembre dernier, l'Académie a été avisée du résultat d'une expérience publique, faite à Chaumont (voir *Comptes rendus*, séance du 3 octobre 1881, page 531 et suiv.) dans le but de démontrer l'efficacité de l'inoculation préventive. On a éprouvé treize animaux dont la vaccination remontait au mois de février 1881. Cette expérience a démoutré que l'immunité est encore présente huit mois après l'inoculation préventive. Nous venons de nous assurer qu'elle persiste au bout de dix-sept mois.

» Une génisse de la ferme de la Tête-d'Or, à Lyon, avait été inoculée préventivement le 30 novembre 1880. Le 21 avril 1882, on pousse dans les muscles cruraux de cet animal 1^{cc} d'une pulpe virulente qui serait capable de tuer à une dose dix fois moindre. La génisse s'est montrée absolument réfractaire. Un cobaye témoin a succombé vingt-quatre heures après l'inoculation.

» D'autres animaux, vaccinés à la même époque, sont à notre disposition; nous suivrons sur eux l'immunité au fur et à mesure de son extinction, si tant est qu'elle disparaisse avant trois ans.

» B. Parmi les animaux inoculés en novembre 1880, à la ferme de la Tête-d'Or, se trouvaient cinq génisses, qui avaient été saillies pour la première fois dans le courant du mois de septembre, c'est-à-dire soixante-six à soixante-dix-huit jours avant l'inoculation intra-veineuse. Ces cinq génisses conçurent; leur gestation fut régulière, excepté chez

(¹) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Rouget.

l'une d'elles, qui mit bas prématurément, au huitième mois, un produit qui survécut d'ailleurs.

» Les cinq veaux issus de ces génisses furent inoculés de douze à seize jours après leur naissance avec du virus très actif; aucun d'eux n'en ressentit d'effets graves. L'action locale du virus a été nulle; l'action générale, insignifiante.

» Conséquemment, on peut affirmer qu'une femelle de l'espèce bovine qui reçoit l'immunité contre le charbon bactérien pendant les premiers mois de la gestation la transmet au produit issu de cette gestation. Nous ne saurions dire, pour le moment, si elle la transmettrait aux produits des gestations ultérieures.

» C. Toutefois, voici deux faits bien dignes de susciter les réflexions sur ce sujet :

» Deux des génisses inoculées en novembre 1880 n'avaient pas été fécondées par l'accouplement du mois de septembre précédent. On les fit saillir de nouveau, et cette fois avec succès : l'une vingt jours, l'autre trois mois et demi après l'inoculation préventive, par un taureau inoculé, lui aussi, à la même date et doué de l'immunité. On obtint deux veaux qui résistèrent à l'épreuve aussi bien que les cinq précédents.

» Dans ce cas, les veaux ont-ils reçu l'immunité de leur mère ou de leur père? Des expériences en cours d'exécution, mais dont la durée est longue, nous fourniront la solution de cette question fort intéressante. »

VITICULTURE. — *Observations pour servir à l'étude sur le Phylloxera.* Note de M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« J'ai continué mes essais d'élevage forcé du Phylloxera et les résultats obtenus confirment ceux dont j'ai fait part à l'Académie l'année passée.

» En effet, alors, en mettant, *en décembre*, des racines de vigne phylloxérées en serre chaude, j'ai obtenu l'ailé *en mars*, et cette année-ci, en arrachant *en février* des racines de vigne en plein air et les portant en serre, j'ai obtenu l'insecte ailé dès le 12 *mai*, tandis qu'en liberté il ne se métamorphose guère qu'en juillet.

» Il paraît certain qu'à toute époque une température constante de 25° environ, pendant 80 à 90 jours, fera développer la forme ailée.

» Il me reste à faire la preuve contraire, c'est-à-dire à empêcher le développement du Phylloxera en le maintenant à une basse température. Mes études actuelles pourraient jusqu'à un certain point tranquilliser les viticulteurs des pays placés plus au nord que la zone des oliviers et des figuiers, attendu qu'elles prouveraient qu'il faut au Phylloxera une certaine dose de chaleur pour se développer normalement. En d'autres termes, la lutte, qui n'aurait aucune chance de succès en Andalousie par exemple, qui n'en aurait que de très faibles chez nous, serait au contraire, probablement, couronnée de succès en Bourgogne ou en Champagne.

» Cela expliquerait du reste pourquoi les Suisses se défendent si bien comparativement aux autres pays, et pourquoi en Allemagne le mal semble être à peu près stationnaire dans le nord, pour sévir de nouveau dans les parties les plus méridionales de l'Autriche-Hongrie, de la Russie, etc.

» Actuellement, et avec une exactitude rigoureuse qui ne s'est pas démentie une seule fois pendant douze ans d'observation, le *Phylloxera quercus* est en train de prendre des ailes pour émigrer du chêne vert au chêne blanc, pendant que son congénère, le *Phylloxera coccinea*, est, comme forme aptère fondatrice, sous un repli de feuille du chêne blanc, entouré d'œufs non éclos encore.

» La troisième espèce du chêne, le *Phylloxera corticalis*, me donne cette année-ci, pour la première fois, une forme ailée de printemps dont je n'ai pu encore étudier la vraie nature, n'ayant pu la faire pondre jusqu'à présent, et ignorant même si elle émigre et sur quel végétal. »

M. d'Abbadie, sur la demande de la Commission nommée pour examiner un Mémoire de M. Bouquet de la Grye, est adjoint à cette Commission.

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme expire le 1er juin 1882, outre les Ouvrages imprimés, mentionnés plus loin au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires suivants :

CONCOURS JECKER.

M. H. Leplay : trois Mémoires portant pour titre : « Études chimiques sur la végétation des plantes saccharigènes, sur la formation de leurs principes organiques, sur les fonctions des principes organiques et inorganiques dans leur végétation, etc. »

CONCOURS LALLEMAND.

Anonyme : « La névropathologie du cœur et de l'appareil respiratoire » : Mémoire portant pour épigraphe : *Morborum naturam et causas tenere, est hoc sane aliquid, vel potius multum....* »

CONCOURS MONTYON (Mécanique).

M. V. **Prou** : « Le canon léger. Bouche à feu lisse à projectile téliforme. »

CONCOURS MONTYON (Arts insalubres).

M. Ch. **Despérais** : « Mémoire sur un procédé d'extraction du soufre. »

CONCOURS MONTYON (Médecine et de Chirurgie).

M. **Bonjean** : « Mémoire sur l'ergotine. »

CONCOURS BRÉANT.

M. E. **Labbée** : « Essai sur la typhoïde d'écurie. »

M. A. **Ripault** : « Sur la médication propre à guérir les maladies infectieuses en général, et le choléra asiatique en particulier ».

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie le télégramme qui a été adressé au Consul général de France au Caire par la Mission astronomique chargée d'observer l'éclipse totale de Soleil.

« Le Caire, 18 mai 1882.

» La Mission astronomique m'adresse de Sohac le télégramme suivant, avec prière de le faire parvenir à l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire.

» Facilités sans précédent accordées par le Gouvernement égyptien pour les observations de l'éclipse. Plan concerté entre les Missions anglaise, française et italienne; résultats comparés entre eux très satisfaisants. Photographies de la couronne et du spectre entier de la couronne réussies par Schuster avec des plaques Abney, montrant les lignes H et K les plus intenses; études du spectre de la région rouge de la couronne et des protubérances par Tacchini. Comète très voisine du Soleil saisissante, photographiée et observée à l'œil nu. Lignes brillantes observées avant et après la totalité à des hauteurs différentes par Lockyer, avec des intensités différentes des lignes de Fraunhofer par Lockyer et Trépied. Identité absolue de la raie de la couronne avec la raie 1475 de Kirchhoff, confirmée par Thollon et Trépied. Absence des raies noires de Fraunhofer reconnue par Tacchini et Thollon avec

dispersion. Raies noires de Fraunhofer reconnues par Tacchini et Thollon avec des dispersions très différentes; plusieurs raies très brillantes observées par Thollon dans le violet pendant la totalité et photographiées par Schuster. Raie brillante de l'hydrogène de la couronne étudiée avec réseaux par Puiseux, avec prismes à vision directe par Thollon. Anneaux spectroscopiques observés par Lockyer avec réseau dans les trois premiers ordres. Le spectre continu est plus visible qu'en 1878, plus brillant qu'en 1871. Renforcement d'absorption observé dans le groupe B sur le bord de la Lune par Trépied et Thollon.

Signé : Lockyer, Tacchini, Trépied, Thollon ».

ASTRONOMIE. — *Sur les observations de la comète télescopique à l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro.* Note de M. Cruls, transmise par S. M. l'Empereur du Brésil et communiquée par M. Tresca.

« A la suite d'une convention établie avec l'Observatoire de Dun Echt, celui de Rio fait actuellement partie du réseau qui relie certains Observatoires d'Europe et des États-Unis, pour la transmission réciproque des nouvelles astronomiques importantes. Déjà, cette mesure a produit d'excellents résultats. Grâce à elle, nous avons pu observer la comète visible en ce moment, presqu'en même temps que les Observatoires du Nord, et la première des observations qui suivent date du jour même de la réception du télégramme communiquant les positions de l'astre pour le 19 et le 21 mars.

Dates. 1882.	T. M. de Rio.	Étoiles de comparaison.	R✱ — R☄	D✱ — D☄	Nombre des comp.
	h m s		m s	′ ″	
24 mars......	16.38.55	33402 Lalande	+ 0.35,1	+ 8.31,7	14
25 »	16.31.37	33472 »	+ 0.42,8	−23.40,0	4
26 »	16. 7.37	θ Hercule	−14.46,4	−10.13,1	
28 »	16.13.25	33618 Lalande	− 1.34,9	+ 2.50,0	6
29 »	16. 1.43	μ Lyre	+ 7.41,5	+ 6.46,0	4
30 »	16.30.2	33813 Lalande	− 0.41,2	+14.59,0	5
4 avril......	17. 6.18	34328 »	+ 0. 7,3	+17. 2,0	2
5 »	16.35.17	34480 »	+ 1.35,9	−18.59,0	2
7 »	16.52.32	34487 »	− 3.18,7	+ 6.35,0	5
7 »	16.52.32	34535 »	− 2. 8,3	+13.57,0	3
12 »	16.12.21	35681 »	+10.28,0	+12.29,0	1

» Pendant la durée des observations, la comète a notablement changé d'aspect; l'intensité lumineuse, les dimensions du noyau et de la chevelure, ainsi que la longueur de la queue (8′ à 26′) ont graduellement augmenté. Le 30, j'ai mesuré l'angle de position de l'axe de la queue : je l'ai trouvé

égal à 262° 10', ce qui revient à un angle de 7° 50' avec la direction du mouvement diurne.

» Depuis la dernière observation, l'astre s'approche rapidement de l'horizon et se trouve noyé dans les couches inférieures de l'atmosphère; cette circonstance, jointe au faible éclat lumineux de la comète, ne m'a pas permis d'entreprendre, avec sûreté, des recherches sur la nature de son spectre. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur un nouveau cas de formation du ligament noir, et de son utilité pour l'observation du passage de Vénus.* Note de M. **Ch. André.**

« A l'Observatoire de Lyon, MM. Gonnessiat et Marchand étaient chargés d'observer l'éclipse partielle de Soleil du 17 mai dernier; ils devaient le faire indépendamment l'un de l'autre, le premier à l'équatorial de 6 pouces, le second à notre lunette de 4 pouces, et observer, outre les heures de contact des bords du Soleil et de la Lune, les heures de contact avec l'échancrure solaire des bords des nombreuses taches qui couvrent actuellement la surface du Soleil. Or, ces observations les ont conduits à la remarque suivante :

» Pour chacune des trois taches qui ont été comprises dans la partie éclipsée du Soleil, on a constaté, « environ une minute avant le contact, » la formation d'*un ligament gris sensiblement plus obscur* que la pénombre » qui entoure la tache, et d'intensité graduellement décroissante depuis sa » portion centrale jusqu'à chacun de ses bords ».

» J'ajoute que le verre noir employé par M. Marchand à la lunette de 4 pouces avait un pouvoir absorbant à peu près égal à *une fois et demie* celui du verre noir dont se servait M. Gonnessiat à l'équatorial de 6 pouces.

» Cette observation, qui me surprit d'abord, s'explique aisément; si l'on compare ce phénomène à celui d'un passage de Vénus, on trouve qu'ils diffèrent l'un de l'autre par les conditions suivantes :

» Dans le cas actuel,

» 1° Le corps obscur est fixe sur le disque solaire, tandis que l'échancrure qui limite le bord lumineux du Soleil est mobile;

» 2° Les courbures qui terminent le corps obscur et la surface lumineuse sont opposées l'une à l'autre;

» 3° L'obscurité d'une tache solaire est bien moindre que celle du disque de Vénus lors d'un passage. »

» La première de ces différences n'affecte en rien le phénomène; mais les deux autres ont pour effet d'augmenter beaucoup la portion efficace du *solide de diffraction*, qui détermine l'intensité lumineuse des différents points du plan focal de la lunette dans l'intervalle voisin des limites géométriques du corps obscur et du bord lumineux de l'astre.

» Le ligament noir doit donc être, dans ce cas, bien moins obscur que dans celui d'un passage; et, en effet, le Rapport de M. Gonnessiat contient ces mots : « Cette traînée obscure ne paraît point gêner sensiblement l'observation. » Mais il doit, comme dans un passage de Vénus, être un phénomène graduel; c'est ce que les deux observateurs ont constaté : ils l'ont tous deux noté comme estompé sur les bords.

» Enfin, les dimensions et l'intensité de ce ligament doivent varier avec l'ouverture de l'instrument employé : ceci résulte encore des deux observations que j'analyse, car le ligament a paru au moins aussi foncé à M. Marchand qu'à M. Gonnessiat, et c'est le contraire qui aurait dû avoir lieu si l'ouverture de l'instrument n'avait point d'influence sur les dimensions et l'intensité du ligament, puisque le verre noir dont se servait le premier était beaucoup plus absorbant que celui qu'avait employé le second.

» En résumé, ces observations montrent que l'apparence désignée sous le nom de *ligament noir* n'est point spéciale aux passages des planètes inférieures sur le disque du Soleil, qu'on la rencontre dans des cas où les lois de la diffraction peuvent évidemment seules l'expliquer; et que, en conséquence, lors d'un passage de Vénus ou de Mercure, cette apparence, dite jusqu'ici *singulière*, doit bien être considérée comme résultant de l'interférence des ondes lumineuses qui forment l'image focale et traitée comme telle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'invariants relatifs aux équations linéaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Considérons deux équations différentielles linéaires

$$\frac{d^m y}{dx^m} + P_{m-1}\frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \cdots + P_1\frac{dy}{dx} + P_0 y = 0,$$

$$\frac{d^m y}{dx^m} + P'_{m-1}\frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \cdots + P'_1\frac{dy}{dx} + P'_0 y = 0.$$

Je suppose que les fonctions P et P' sont rationnelles en x et en z; z étant

défini en fonction de x par une relation algébrique

$$f(x, z) = 0.$$

Je dirai que ces deux équations sont de même *famille*, si l'intégrale générale de la seconde peut se mettre sous la forme

$$\Lambda\left(Q_{m-1}\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + Q_{m-2}\frac{d^{m-2}y}{dx^{m-2}} + \cdots + Q_1\frac{dy}{dx} + Q_0 y\right),$$

y étant l'intégrale générale de la première, les Q étant des fonctions rationnelles de x et de z, et Λ une fonction quelconque de ces variables. Supposons que les fonctions P et P′ soient de degré déterminé, de façon que leurs coefficients soient en nombre limité. Il y aura certaines fonctions de ces coefficients qui auront la même valeur pour toutes les équations d'une même famille. Je les appellerai *invariants de famille*.

» Pour montrer comment on peut déterminer et étudier les invariants de famille, je vais prendre l'exemple simple de l'équation

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \theta y = 0,$$

θ étant une fonction rationnelle de x seulement. Je suppose que les intégrales de cette équation soient partout régulières et sans logarithmes. Parmi les infinis de θ, je distingue ceux pour lesquels la différence des racines de l'équation déterminante n'est pas un entier et qui sont les *points singuliers* proprement dits, et ceux pour lesquels cette différence est un entier et que j'appellerai points singuliers *apparents*. Je supposerai que le point ∞ est un point singulier, et qu'il y a, en outre, K points singuliers à distance finie. Je dirai que deux équations de la forme (1) appartiennent à la même classe si les points singuliers sont les mêmes et si, pour chacun d'eux, la différence des racines de l'équation déterminante est la même à un entier près. Je supposerai, pour éviter une discussion qui ne présente, d'ailleurs, aucune difficulté, que cette différence est la même dans nos deux équations pour chaque point singulier, et qu'elle est égale à 2 pour chaque point apparent. Cela posé, toute classe se divisera en deux sous-classes, selon que le nombre des points apparents sera pair ou impair.

» Étant données deux équations de la même sous-classe, combien faudra-t-il de conditions pour qu'elles soient de la même famille? En d'autres termes, combien y aura-t-il d'invariants de famille en dehors de ceux qui déterminent la classe? Il y en aura $2K - 4$.

» Soit h le nombre des points apparents; si, outre les K points singuliers, les h points apparents sont donnés, il restera, dans θ, des paramètres arbitraires au nombre de $K - 2$. Il résulte de là que si $h \equiv K \pmod 2$, il y aura, dans chaque famille, une équation canonique qui n'aura que $K - 2$ points apparents, et si $h \equiv K + 1 \pmod 2$, il y en aura une infinité qui auront $K - 1$ points apparents.

» Soit, par exemple, $K = 3$, $h \equiv 1 \pmod 2$; voyons comment on pourra passer de l'équation (1) à une équation de même famille n'ayant qu'un point apparent. Soient $a_1, a_2, \ldots, a_k$ les points singuliers, $b_1, b_2, \ldots, b_h$ les points apparents. Posons

$$\psi = \frac{\alpha(x - b_1)(x - b_2)\ldots(x - b_h)(x - d)}{(x - a_1)^2(x - a_2)^2(x - a_3)^2(x - c_1)^2(x - c_2)^2\ldots(x - c_m)^2}.$$

Je suppose $2m = h - 3$. On voit que ψ contient $m + 2$ paramètres arbitraires, c'est-à-dire $\alpha, d, c_1, c_2, \ldots, c_m$. Considérons la fonction rationnelle $-\theta + \psi$. Elle sera de degré -2, et elle aura $3 + m + h$ infinis doubles. Combien faut-il de conditions pour qu'une fonction R de degré -2 et ayant n infinis doubles puisse se mettre sous la forme $\varphi^2 - \frac{d\varphi}{dx}$, φ étant rationnel? Il en faut $n - 1$, et ces conditions, ainsi que les coefficients de φ, s'expriment très simplement en fonctions des coefficients de R. Ici nous aurons donc $2 + h + m$ conditions, et, comme h d'entre elles sont satisfaites d'elles-mêmes, nous satisferons aux autres à l'aide des $m + 2$ paramètres arbitraires qui restent dans ψ. On résoudra donc l'équation

$$\varphi^2 - \frac{d\varphi}{dx} = -\theta + \psi,$$

ce qui se ramène à un problème purement algébrique. Puis on formera l'équation dont l'intégrale générale s'écrit

$$\frac{1}{\sqrt{\psi}}\left(\varphi y + \frac{dy}{dx}\right),$$

y étant l'intégrale générale de (1). Cette équation sera de même forme que (1), elle sera de même famille que (1), et elle n'admettra qu'un point apparent qui sera d. Les coefficients de cette équation seront les invariants de famille cherchés.

» La question peut se traiter par la même analyse dans le cas le plus général. Un problème se présente maintenant : je suppose que les K points singuliers de (1) soient donnés; peut-on disposer des $2K - 4$ invariants,

de telle façon que le groupe de l'équation (1) soit quelconque? Cela n'est pas évident *a priori*, mais la considération des fonctions zétafuchsiennes permet de le démontrer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes affectées de coupures.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« On sait que M. Weierstrass, dans son Mémoire célèbre sur les fonctions uniformes, a donné la forme analytique de toute fonction ayant un nombre fini de points singuliers essentiels et des pôles en nombre quelconque. Je me propose de montrer que toute cette théorie peut, avec des modifications bien simples, être étendue aux fonctions uniformes possédant un nombre fini de coupures que je supposerai rectilignes. Soit donc $f(z)$ une fonction restant uniforme, quand on ne traverse pas certains segments de droite P_1Q_1, P_2Q_2, ..., P_nQ_n (nous nous bornons au cas où ces segments n'ont aucun point commun); tout point du plan en dehors de ces segments sera pour la fonction un point ordinaire ou un pôle, et on ne fait aucune hypothèse sur la nature des points de chacun des segments, qui peuvent même être des lignes de points singuliers essentiels.

» Plaçons-nous d'abord dans le cas où $f(z)$ est continue pour tous les points du plan en dehors des coupures; nous allons voir que $f(z)$ est alors la somme de n fonctions ayant chacune dans tout le plan une seule coupure, ce qui correspond à ce théorème de M. Weierstrass d'après lequel une fonction ayant n points singuliers est la somme de n fonctions ayant chacune un seul point de cette nature. Étudions dans ce but la forme de $f(z)$ dans le voisinage de la coupure P_1Q_1, et supposons, pour simplifier, que l'origine soit le milieu de ce segment de longueur $2c$ et que P_1Q_1 soit l'axe des quantités réelles. On démontrera de suite, en faisant usage de la transformation

$$2z = t + \frac{c^2}{t},$$

que la fonction, dans le voisinage de la coupure, peut se mettre sous la forme

$$f(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} A_n\left(z + \sqrt{z^2 - c^2}\right)^n + \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{B_n}{\left(z + \sqrt{z^2 - c^2}\right)^n},$$

qui revient simplement au développement de Laurent; les A et les B sont des

constantes, et l'on suppose le radical pris de telle manière que $z+\sqrt{z^2-c^2}$ ait un module supérieur à c. Écrivons maintenant cette expression de la manière suivante :

$$f(z)=\sum_{n=0}^{n=\infty}A_n\left[(z+\sqrt{z^2-c^2})^n+(z-\sqrt{z^2-c^2})^n\right]+\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{C_n}{(z+\sqrt{z^2-c^2})^n},$$

en posant

$$C_n=B_n-A_n c^{2n}.$$

» La série $\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{C_n}{(z+\sqrt{z^2-c^2})^n}$ est convergente pour tous les points du plan en dehors de la coupure P_1Q_1. Désignons-la par $\varphi_1(z)$. Quant à la première partie

$$\sum_{n=1}^{n=\infty}A_n\left[(z+\sqrt{z^2-c^2})^n+(z-\sqrt{z^2-c^2})^n\right],$$

elle n'est convergente qu'à l'intérieur de toute ellipse ayant pour foyers P_1 et Q_1, et ne contenant aucune autre coupure; elle est d'ailleurs uniforme et continue dans cette région, et P_1Q_1 n'est pas pour elle une coupure. On voit donc que l'on peut trouver une fonction $\varphi_1(z)$ ayant dans tout le plan la seule coupure P_1Q_1, et telle que la différence $f(z)-\varphi_1(z)$ n'admet plus cette coupure. En raisonnant sur cette différence, comme nous venons de raisonner sur $f(z)$, nous trouverons une fonction $\varphi_2(z)$ n'ayant dans tout le plan que la seule coupure P_2Q_2, et telle que la différence $f(z)-\varphi_1(z)-\varphi_2(z)$ n'admette plus la coupure P_2Q_2, et, en continuant de cette manière, on trouve en résumé

$$f(z)=\sum_{k=1}^{k=n}\varphi_k(z),$$

$\varphi_k(z)$ ne possédant dans tout le plan que la coupure P_kQ_k et étant continue pour tous les autres points.

» Une seconde proposition nous est nécessaire pour pouvoir arriver à la forme générale d'une fonction ayant n coupures et des pôles en nombre quelconque : c'est le théorème relatif à la décomposition en facteurs primaires. On va voir que cette extension peut se faire encore bien simplement.

Prenons toujours la coupure $(-c, +c)$, et soient donnés les points

$$z_n = x_n + iy_n,$$

où

$$(\mathrm{I}) \qquad x_n = a_n \sin\theta_n, \quad y_n = \sqrt{a_n^2 - c^2}\cos\theta_n,$$

les θ étant quelconques et les a_n étant des quantités positives supérieures à c, et l'on a $\lim a_n = c$ pour n infini.

» Nous voulons montrer que l'on peut former une fonction uniforme, continue dans tout le plan, à l'exception de la coupure $(-c, +c)$, et admettant les racines données par la suite (I). Prenons d'abord parmi ces racines celles pour lesquelles x_n est compris entre $-c$ et $+c$, le produit convergent

$$\prod_{n=1}^{\infty} \frac{z - z_n}{z - x_n} e^{\frac{iy_n}{z - x_n} + \frac{1}{2}\left(\frac{iy_n}{z - x_n}\right)^2 + \ldots + \frac{1}{n-1}\left(\frac{iy_n}{z - x_n}\right)^{n-1}}$$

admettra toutes ces racines. Quant à celles pour lesquelles x_n n'est pas compris entre $-c$ et $+c$, elles tendent soit vers $+c$, soit vers $-c$, et on peut leur appliquer la forme même donnée par M. Weierstrass. On forme ainsi en résumé une fonction admettant toutes les racines (1), et qui est continue pour tous les points du plan en dehors de la droite $(-c, +c)$.

» Les deux propositions précédentes permettent d'étendre immédiatement aux fonctions affectées de coupures les diverses propositions données par M. Weierstrass pour les fonctions n'ayant qu'un nombre limité de points singuliers essentiels. Je me bornerai à énoncer ce théorème, qu'une fonction $f(z)$ possédant une coupure P_1Q_1 et des pôles en nombre quelconque peut se mettre sous la forme

$$f(z) = \frac{\varphi_1(z)}{\Phi_1(z)},$$

$\varphi_1(z)$ et $\Phi_1(z)$ ayant la seule coupure P_1Q_1 et étant continues pour tous les autres points du plan; nous avons donné plus haut la forme analytique des fonctions φ et Φ. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le travail chimique produit par la pile.* Note de M. **D. Tommasi.**

« Joule et Favre ont montré que la puissance de la pile voltaïque est dans un rapport intime avec la chaleur qu'engendrent les réactions chimiques

dans la pile elle-même, et que tout un ordre de question relatives aux courants pouvait être traité comme s'il s'agissait de problèmes de calorimétrie. Ainsi donc, la force électromotrice d'une pile serait proportionnelle à la chaleur dégagée par l'action chimique, et par conséquent, connaissant les calories dégagées par cette action chimique, on pourrait arriver à connaître le travail que cette pile serait capable de produire.

» Favre a fait cependant observer que *la chaleur mise en jeu pendant la combustion de l'hydrogène dans l'électrolyse est transmissible ou non transmissible au circuit, suivant la nature du composé qui fournit l'oxygène nécessaire à cette combustion* (1).

» Ainsi, par exemple, sur 131^{cal} dégagées par un couple à eau oxygénée et acide chlorhydrique, il y en aurait seulement $41^{cal},6$ qui seraient transmissibles au circuit et qui, par conséquent, représenteraient l'énergie de la pile. Favre a reconnu en outre que dans la sulfatation du zinc d'un couple simple (zinc, platine et eau acidulée), 39^{cal} sont mises en jeu, mais que, sur ce nombre, $29^{cal},8$ seulement sont transmissibles au circuit. Il reste donc confinées à l'intérieur de la pile 9^{cal} (2).

» J'examinerai d'abord ce dernier cas comme étant le plus simple, je parlerai ensuite des calories dégagées dans les couples à deux liquides.

» 1° Un élément zinc-platine et acide sulfurique dilué (pile de Smée), dégagerait, d'après Favre, 39^{cal}, mais sur ce nombre il y en aurait seulement $29^{cal},8$ qui seraient transmissibles au circuit et qui, par conséquent, doivent représenter l'énergie de la pile. Il en résulterait donc que deux de ces couples ne devraient pas décomposer l'eau. En effet,

$$29^{cal},8 + 29^{cal},8 < 69^{cal}.$$

Or j'ai constaté que la décomposition de l'eau avait lieu, conformément à ce que l'on aurait pu prévoir si toutes les calories dégagées par ces deux couples eussent été transmises au circuit.

» En effet,

$$39^{cal} + 39^{cal} > 69^{cal} \text{(Favre)}$$
$$38^{cal} + 38^{cal} + 1^{cal},4 > 69^{cal} \text{ (3)}$$

(calculé d'après les dernières données thermiques).

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 39.

(2) *Ibid.*, t. LXXIII, p. 870.

(3) La force électromotrice d'un couple à zinc amalgamé et acide sulfurique étendu serait supérieure au couple zinc d'environ $0^{Cal},7$.

» Si l'eau du voltamètre est acidulée par HCl, la décomposition de l'eau a lieu plus facilement, comme il était d'ailleurs aisé de le prévoir, sachant que l'électrolyse de l'acide chlorhydrique étendu absorbe pour 2^{mol} 66^{cal} au lieu de 69^{cal}. Mais, même dans ce cas, il ne devrait y avoir, d'après Favre, d'électrolyse, car $29^{cal},8 + 29^{cal},8 < 66^{cal}$.

» En substituant dans les éléments précédents deux mines en graphite, préalablement chauffées au rouge, aux deux platines, ce qui ne doit, d'après les idées reçues, modifier en aucune façon l'action chimique de la pile, la décomposition se produit alors très vivement. Cette décomposition a lieu également si l'on emploie un couple zinc-platine associé à un couple zinc-charbon, seulement elle est moins vive que quand les deux électrodes de la pile sont en graphite. Si l'on emploie, dans la pile, des électrodes de charbon de cornue à grande surface, la décomposition de l'eau est incomparablement plus énergique (¹).

» 2° D'après Favre, deux couples zinc-platine et acide chlorhydrique étendu ne devraient pas décomposer l'eau si elle est acidulée par SO^4H^2 et devraient l'électrolyser si elle était rendue acide par HCl. En effet, dans le premier cas, on aurait

$$33^{cal},4 + 33^{cal},4 < 69^{cal} \quad (^2),$$

et, dans le second cas,

$$33^{cal},4 + 33^{cal},4 > 66^{cal}.$$

» En fait, deux de ces couples ne décomposent pas l'eau si elle est acidulée par l'acide sulfurique, mais la décomposition a lieu si l'eau est rendue acide par HCl. Deux couples zinc-graphite ou mieux encore deux couples zinc-charbon (de cornue) (³) décomposent vivement l'eau acidulée par SO^4H^2; il en est de même si l'on associe un couple zinc-charbon à un couple zinc-platine, bien que, dans ce cas, la décomposition se produise plus faiblement. Dans l'un comme dans l'autre cas, cette décomposition ne peut s'expliquer, d'après Favre, mais elle se comprend d'après les données thermiques. En effet, $34^{cal},2 + 34^{cal},2 + 1^{cal},4 > 69^{cal}$ (⁴).

(¹) Je me sers pour cela de la pile connue dans le commerce sous le nom de *pile bouteille* (petit modèle).

(²) D'après Favre, ce couple dégagerait en réalité $34^{cal},8$, mais il y aurait seulement 33,4 qui seraient transmissibles au circuit.

(³) Pile bouteille.

(⁴) Je suppose que 1^{mol} de zinc amalgamé dégage, au contact de l'acide chlorhydrique, $0^{Cal},7$ en plus que 1^{mol} de zinc pur, comme cela arrive pour l'acide sulfurique dilué.

» 3° Un couple zinc-platine et acide bromhydrique dilué dégagerait, d'après Favre, $35^{cal},9$, mais $29^{cal},9$ seraient seulement transmissibles au circuit. Par conséquent, deux de ces couples ne devraient pas décomposer l'eau acidulée soit par SO^4H^2, soit par HCl, car, dans le premier cas, on aurait $29^{cal},9 + 29^{cal},9 < 69^{cal}$, et, dans le second cas,

$$29^{cal},9 + 29^{cal},9 < 66^{cal}.$$

» L'eau du voltamètre étant acidulée par SO^4H^2, on observe un commencement de décomposition, mais qui cesse bientôt. La décomposition de l'eau est plus marquée avec un couple zinc-charbon (graphite) et un couple zinc-platine, et mieux encore avec deux couples zinc-charbon (graphite). Avec deux éléments zinc-charbon de cornue (pile bouteille), la décomposition de l'eau est plus vive. L'eau du voltamètre étant acidulée par HCl, la décomposition a lieu, dans les mêmes conditions, plus aisément. Avec l'eau du voltamètre rendue acide par HBr, il y a aussi électrolyse; mais, dans ce cas, ce n'est pas l'eau qui est décomposée, mais l'acide bromhydrique lui-même. En effet, quel que soit le degré de dilution de cet acide, on voit toujours se dégager du gaz à l'électrode négative, tandis qu'à l'électrode positive il n'y a pas de dégagement de gaz, mais on voit se former, autour du fil de platine, un filet jaunâtre de brome. Ce fait s'explique aisément, puisque 2^{mol} d'acide bromhydrique absorbent 59^{cal} pour se décomposer, tandis que 1^{mol} d'eau absorbe 69^{cal}; or c'est toujours le composé qui absorbe le moins de calories qui tend à être décomposé de préférence par le courant voltaïque, comme je l'ai déjà fait observer dès 1879 (1). Dans un prochain Mémoire, je parlerai de la pile Smée à acide iodhydrique et des piles à deux liquides, telles que le couple à acide chromique et acide sulfurique dilué et le couple à eau oxygénée et acide chlorhydrique, et je donnerai en même temps les conclusions auxquelles je suis arrivé. Qu'il me soit permis d'ajouter que j'ai pu opérer des décompositions avec des couples zinc-charbon, qui n'auraient pas eu lieu avec des couples zinc-platine (2). Je reviendrai bientôt sur cette question (3). »

(1) *Rivista scientifico-industriale*. Florence, 1879.

(2) C'est ainsi que j'ai pu électrolyser une solution de sulfate de potassium avec deux couples zinc-charbon et acide sulfurique étendu.

(3) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Debray, à l'École Normale.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'emploi des disques tournants, pour l'étude des sensations colorées. Intensité relative des couleurs.* Note de **M. A. Rosenstiehl.** (Extrait.)

« La suite de mes recherches sur les sensations colorées m'a conduit à examiner un problème qui a paru inabordable jusqu'à présent : celui de la détermination de l'intensité relative des couleurs. Quelle commune mesure peut-il y avoir entre un rouge ou un jaune, un bleu et un violet? Il semble à première vue impossible d'établir une comparaison numérique entre des valeurs qui paraissent d'une nature si différente, et cependant cette comparaison est possible, grâce à une propriété spéciale de l'œil, bien connue.

» Entre les diverses couleurs qui ont reçu un nom, on peut en intercaler une infinité qui forment le passage insensible de l'une à l'autre, sans lacune. La suite est continue et se referme sur elle-même comme le périmètre d'un polygone. De plus, et je ne saurais assez appuyer sur cette particularité, cet ensemble renferme une infinité de sensations, qui associées deux à deux produisent une sensation identique pour toutes, *celle du blanc.* Nous ne trouvons rien d'analogue dans les sensations de l'oreille, et c'est cette circonstance bien caractéristique qui donne une commune mesure entre les diverses couleurs.

» Dans mes Notes précédentes, adoptant la théorie de Young en la précisant, j'ai posé en principe que la sensation du blanc résulte de l'excitation *égale* de trois sensations primaires. En conséquence, tout couple de couleurs complémentaires représente dans son ensemble le mélange des trois couleurs primaires à *intensité égale.* Cette notion de l'égale intensité a été introduite dans une construction graphique, qui a été discutée, et j'ai vérifié les conséquences des principes qui en forment la base.

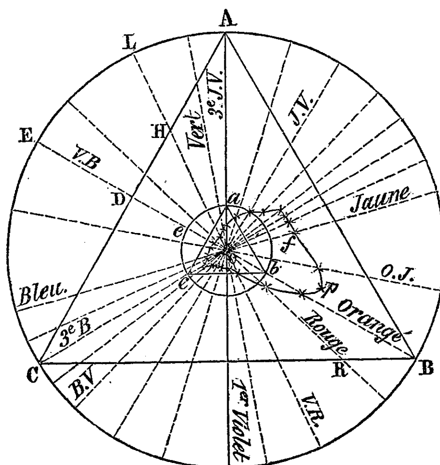
» Il faut distinguer entre l'intensité de coloration et l'intensité totale lumineuse.

» En ajoutant la sensation du blanc en proportions diverses à une sensation colorée d'une intensité constante, on obtient des couleurs de même intensité de coloration, mais d'intensité totale lumineuse différente. Ces couleurs ont pour commune mesure l'angle du secteur de la complémentaire nécessaire pour éteindre toute sensation colorée, et, d'une manière générale, *l'angle du secteur de la couleur complémentaire est en raison inverse*

de son intensité de coloration. L'angle (¹) *du secteur blanc est en raison directe de l'intensité totale lumineuse.*

» Quand les couleurs n'ont pas même complémentaire, la construction graphique est indispensable pour la détermination de l'intensité.

» D'un point O, je tire trois lignes OA = OB = OC, dont la longueur est proportionnelle à l'intensité des couleurs A, B, C, que je considère comme sensations primaires, et qui, pour ce motif, se trouvent à une distance



angulaire de 120° l'une de l'autre. La place des couleurs résultant du mélange, deux à deux, des trois sensations primaires est nécessairement sur les côtés du triangle ABC. Leur distance des sommets est en raison inverse des angles des secteurs colorés nécessaires pour les produire, et leur distance du point O représente leur intensité de coloration. Le point O, dans cette conception, n'est pas envisagé comme le centre de gravité du triangle; il ne représente pas le lieu du blanc, mais le *noir absolu*.

» L'intensité des couleurs binaires étant donnée par la construction, il est facile, à l'aide des disques tournants, d'y comparer les surfaces colorées dont on veut connaître l'intensité.

» Soit à trouver l'intensité de coloration d'une surface rouge S.

» Je mélange C et B de manière à obtenir le rouge, que je reproduis,

(¹) Je rappelle que, dans toutes mes expériences, l'intensité de la sensation du blanc est mesurée par l'angle d'un secteur peint en blanc avec du sulfate de baryte, qui est mis en rotation rapide devant un orifice absolument noir.

d'autre part, avec un secteur S d'un angle α donné par l'expérience. Soit R (*fig.* 1) le point occupé par le rouge, on a

$$\frac{OR}{OB} = I \frac{\alpha}{360},$$

d'où l'on tire pour I, intensité de coloration de la surface S,

$$I = \frac{OR \times 360}{\alpha \times OB}.$$

» Cette méthode est susceptible d'une vérification.

» Connaissant l'intensité de deux couleurs complémentaires, on connaît le rapport de leurs intensités.

» De ce rapport on déduit l'angle des secteurs qui doivent reproduire la sensation du blanc, condition facile à vérifier par une expérience directe.

» Le Tableau suivant contient le résultat de cette mesure pour dix couples de couleurs complémentaires, copiées sur le cercle chromolithographié par M. Digeon, d'après le cercle chromatique de M. Chevreul, dont j'ai d'ailleurs conservé la nomenclature.

	Rapport des intensités de coloration	
Couples.	donné par la construction.	donné par l'expérience directe.
3e jaune-vert et violet	1,17	1,25
4e vert et rouge	3,72	3,73
Vert-bleu et orangé	6,80	6,70
1er vert-bleu et orangé-jaune	6,28	6,20
Bleu et jaune	3,74	3,80
2e bleu et 1er jaune	3,13	3,18
3e bleu et jaune complém.	3,07	3,00
4e bleu et 2e jaune	2,16	2,21
Bleu-violet et 4e jaune	2,16	2,13
2e bleu-violet et jaune-vert	2,18	2,00

» L'accord entre l'expérience et la construction est des plus complets, de sorte que cette dernière peut être considérée comme résumant exactement l'état de nos connaissances sur le mélange des couleurs.

» Elle donne pour chacune : la proportion de sensations primaires CR : RB, l'intensité de coloration OR, la complémentaire V, le rapport des secteurs d'un couple de couleurs complémentaires $\frac{OR}{OV}$ nécessaires pour produire la sensation du blanc; l'intensité de cette sensation, l'intensité totale lumineuse, les triades, etc.

» Ayant obtenu tous ces résultats numériques concordants, je n'ai pu résister au désir de faire un pas de plus et d'examiner s'il est possible d'exprimer l'intensité d'une couleur par rapport à celle du blanc, et d'apprendre par là quelle est la distance qui sépare encore les plus belles couleurs obtenues avec les matières colorantes de celles que l'œil est susceptible de percevoir.

» Quant à l'intensité totale lumineuse, ce rapport peut être exactement déterminé. Le plus beau bleu d'aniline ne représente qu'un quinzième et les chromates de plomb un septième de l'intensité du blanc obtenu pour un même éclairage avec le sulfate de baryte. Pour l'intensité de coloration, la différence serait encore plus grande, et on voit par là que la Chimie des matières colorantes nous doit encore bien des progrès avant de réaliser ce que la lumière peut nous donner et ce que l'œil est capable de percevoir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence de l'introduction de la mer intérieure sur le régime des nappes artésiennes de la région des Chotts.* Note de M. **L. Dru**, présentée par M. Hébert.

« Une Communication a été faite à l'Académie, dans la séance du 15 mai 1882, pour démontrer que la submersion des Chotts algériens et tunisiens, suivant le projet de M. le commandant Roudaire, « compro-» mettrait la qualité des eaux de la nappe artésienne des Oasis (¹) », et l'auteur rappelle à ce sujet les conclusions d'un Rapport qu'il a déjà publié sur cette question en 1880, et dans lequel il a déclaré « que, sous » l'influence de la pression exercée sur le fond du Chott par la masse d'eau » qui y serait amenée, il ne se produisît des infiltrations salines dans les » puits et même dans la nappe artésienne qui les alimente, et le pays » deviendrait inhabitable (²) ». Ces affirmations ne peuvent s'appuyer sur l'expérience, qui démontre, au contraire :

» Que les eaux de composition, de densité et de température différentes ne se mélangent pas, qu'elles tendent à se diviser, et que, si toutefois une diffusion se produit, elle n'a lieu qu'au contact des nappes, dans une faible proportion et sur un espace très limité;

(¹) *Nouvelle Note sur le projet de création en Algérie et en Tunisie d'une mer dite intérieure,* par M. Cosson (*Comptes rendus,* t. XCIV, n° 20, p. 1332; 15 mai 1882).

(²) *Note sur le projet de création en Algérie d'une mer dite intérieure,* par M. Cosson, membre de l'Institut (*Bulletin de la Société de Géographie,* p. 34; janvier 1880).

» Et que la pression hydrostatique agit sur les nappes de composition différente, qu'elle a pour effet de maintenir leur isolement et de les refouler, surtout quand leur densité n'est pas la même.

» Les expériences qui peuvent être citées à l'appui sont nombreuses. Ne connaît-on pas l'influence journalière des mouvements d'ebbe ou de marée sur les sources du littoral qui participent aux oscillations des eaux marines? Les sources sont quelquefois saumâtres sur les rivages, mais seulement à une faible distance, lorsque les terrains sont perméables; elles reçoivent donc la propagation de ce mouvement par la pression hydrostatique qui agit sur ces eaux douces, tout en conservant d'une manière générale leurs propriétés. En 1872, j'ai pu constater, à Paris, ce phénomène de pression dans un puits absorbant que j'avais foré, rue Taitbout, 62. Le niveau statique de la nappe d'infiltration, vérifié à la cote $+28^{\circ},88$, fut relevé par les crues de la Seine, qui eurent cette année-là une grande intensité; la nappe se déversa alors dans le regard du puits absorbant à la cote $+29^{\circ},30$, et devint jaillissante par rapport à son niveau primitif, puis, le phénomène de la crue ayant cessé, les eaux reprirent leur ancien niveau. La distance qui sépare la rue Taitbout de la Seine est de plus de 1500^{m}. Des expériences de pression hydrostatique, faites par M. Jules François et le Dr Filhol, ont été appliquées à des captages d'eaux minérales à Luchon, la Mhalou et Ussat (Ariège); j'ai employé également ce procédé à Enghien-les-Bains, près Paris. A Ussat, la pression a été obtenue au moyen d'un barrage ou retenue d'eau douce dont la température est de 8° à 18°, suivant les saisons, et opposée à des griffons d'eau minérale disséminés dans le terrain, ayant une température moyenne de 35°; on a pu ainsi relever le niveau d'émergence des sources, augmenter la minéralisation de $0^{gr},414$, la température de 4° et le débit d'environ 600^{lit}. Ces procédés de captage, pratiqués depuis plus de quarante années, ne sont donc que l'application des lois de l'Hydrostatique. La séparation des eaux se fait aussi dans les courants fluviaux et marins de températures variées, et elle est encore plus manifeste dans les sources sous-marines.

» Ainsi la Marne déverse ses eaux dans la Seine au confluent de Charenton, et les eaux de ces deux rivières ne commencent à se mélanger qu'à la hauteur du pont de Sèvres. M. Robinet (membre de l'Institut) a constaté bien des fois, par des essais hydrotimétriques, cette division des deux courants. Les sources d'eau douce sous-marines, en raison de leur densité différente et de la pression qu'elles reçoivent de bassins supérieurs, peu-

vent vaincre la résistance de couches d'eau marines très épaisses et se faire jour à leur surface, sans altération apparente de leur composition chimique. Elles sont nombreuses sur les côtes de France, principalement dans les départements du Var et des Alpes-Maritimes. On en remarque à Toulon, à la Ciotat, dans le golfe de Juan, à l'embouchure du Var, et sur la côte de Nice à Gênes; on connaît enfin les belles sources de la Spezzia, décrites par Spallanzani. Tous ces faits conduisent à une conclusion diamétralement opposée à celle qui a été présentée, à savoir : que les eaux marines remplissant les Chotts ne détruiront pas les nappes artésiennes, mais qu'elles seront au contraire un moyen d'amélioration et de protection pour l'ensemble du régime des eaux de la contrée. Les immenses dépressions qui, comme le Chott-Mel'rir, sont à la cote — 30, peuvent à la longue occasionner dans l'Oued-Rir un abaissement des nappes, à la faveur de la perméabilité des terrains, des fissures et points de moindre résistance des masses minérales. La pression hydrostatique obtenue par le remplissage des Chotts refoulera donc les nappes artésiennes que l'on rencontre de 20^m à 40^m du sol (1) et les préservera d'une destruction lente, mais déjà perceptible. Au point de vue de la pénétration des eaux salées dans les nappes artésiennes, le danger est également nul. Cette pénétration aurait déjà lieu si elle devait se produire, car dans le bassin des Chotts les eaux de la nappe d'infiltration superficielle sont salées ou saumâtres, et les ouvertures qui peuvent les mettre en communication avec les niveaux inférieurs y sont nombreuses; cependant on a obtenu dans les sondages d'étude exécutés par la dernière mission et à de faibles profondeurs des eaux jaillissantes et potables. Des puits artésiens jaillissent dans la région et à une grande altitude, à Touggourt, par exemple, à + 65; si donc on arrivait à pratiquer un sondage profond dans le centre du Chott-Mel'rir, la nappe artésienne que l'on pourrait rencontrer aurait une force ascensionnelle telle, qu'elle se déverserait au-dessus du niveau de la mer. Elle produirait, et sans mélange aucun, une source d'eau pure au milieu des eaux marines de la mer intérieure, comme celles des rivages méditerranéens que nous venons d'indiquer. Il importait de rétablir la vérité sur cette question déjà si discutée de la destruction des puits artésiens du Sahara, et je crois que, en raison d'expériences si probantes et de faits matériels si évidents, il est possible d'affirmer que le projet de mer intérieure de M. le commandant Roudaire, remplissant les immenses

(1) A Uraïer, région de l'Oued-Rir, bords du Chott-Mel'rir.

Chotts Mel'rir et Rharsa, assurera un long avenir aux nombreuses sources et puits qui alimentent les oasis de ces contrées, et qu'il sera pour ces territoires une cause de richesse et de fécondité. »

CHIMIE. — *Du sulfhydrate de sulfure de nickel.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Dans l'action de l'hydrogène sulfuré sur une solution de sulfate de nickel, j'ai attribué la formation progressive du sulfure métallique à l'existence d'un sulfhydrate de sulfure de nickel, composé qui, par suite de sa stabilité variable avec la température et les conditions du milieu, agirait par ses décompositions et reformations successives et déterminerait ainsi des réactions que le gaz sulfhydrique seul, comme je l'ai démontré, ne peut produire dans les mêmes circonstances.

» On constate en effet, lorsqu'on filtre une liqueur où l'on a précipité du sulfure de nickel, par l'action de l'hydrogène sulfuré, que, si l'on n'effectue cette filtration qu'après avoir laissé déposer le sulfure, l'odeur du gaz sulfhydrique devient plus pénétrante lorsqu'on verse sur le filtre la portion de liquide chargée de sulfure en suspension. Aussi n'y a-t-il rien d'étonnant à ce que l'analyse de ce précipité, lavé et séché, en excluant toutes les causes d'altération apparente, n'ait jamais fourni que les données exactes de la composition du sulfure de nickel NiS.

» Il n'y avait donc pas à songer à isoler le sulfhydrate de sulfure. Mais, par un artifice, j'ai pu prouver son existence directement à l'aide de la balance, c'est-à-dire, par des rapports de poids.

» Au col d'un ballon on soude latéralement deux ampoules jaugées exactement et de *même capacité*. Un trait à la lime, fait sur la tige de ces ampoules, sert de repère pour le volume jaugé. Dans le ballon, on introduit une solution de sulfate de nickel neutre. On sature à 0° par le gaz sulfhydrique et on scelle le vase. On abandonne à la température ambiante; puis, quand le précipité est suffisamment abondant, en renversant peu à peu le ballon, on recueille dans une des ampoules la plus grande partie du précipité baigné par le liquide, *et absolument exempt de soufre libre,* ainsi qu'on peut s'en assurer. Dans l'autre ampoule, que j'appellerai *tube* témoin, on ne fait déverser que du liquide sans trace de précipité.

» Dans ces conditions, le ballon est reporté à une température de 0° à — 1°; puis on détache, à l'aide d'une légère pression près du repère représenté par le trait fait à la lime, les tubes constituant les ampoules et placés

dans une position verticale. On les glisse rapidement dans des vases contenant de l'acide nitrique fumant, et on scelle à la lampe.

» L'oxydation achevée, on reprend par l'eau, où tout se dissout.

» Dans le tube témoin, on dose alors l'acide sulfurique provenant de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré et aussi du sulfate décomposé ou encore en dissolution. On dose de même l'acide sulfurique contenu dans le vase où l'on a mis l'ampoule à sulfure, et, par différence, on a le poids d'acide correspondant au soufre combiné avec le nickel, recueilli comme sulfure dans l'ampoule. D'autre part, si du poids du nickel trouvé dans l'ampoule à sulfure on déduit celui dosé dans le tube témoin et qui y existe à l'état dissous comme sulfate, on a, par différence, le nickel contenu dans le précipité de sulfure.

» On a ainsi tous les éléments nécessaires pour vérifier si, dans le précipité, les rapports de poids du soufre et du nickel sont ceux du sulfure NiS ou en diffèrent sensiblement ([1]).

» Or, dans une de mes expériences ([2]), l'excès de soufre par rapport au poids voulu théoriquement pour répondre à la composition du sulfure de nickel NiS, en partant du poids de nickel trouvé, a été jusqu'à 14 pour 100. L'ampoule contenant le précipité de sulfure renfermait donc une quantité d'acide sulfhydrique notablement plus forte que le tube témoin, et comme les capacités des deux ampoules étaient d'ailleurs exactement les mêmes, que tout le système avait été constamment dans des conditions absolument identiques, on ne peut admettre cette différence comme résultant d'hydrogène sulfuré libre et en dissolution dans le liquide baignant le sulfure.

» De plus, le dosage du soufre dans le tube témoin, déduction faite de l'acide sulfurique provenant du sulfate employé en solution de richesse connue, permettait l'estimation exacte de la teneur comme hydrogène sul-

---

([1]) On suppose que le sulfure occupe un volume nul. J'ai vérifié d'ailleurs que si le sulfure floconneux occupe un grand espace apparent, en réalité son volume absolu est relativement faible. Ce sulfure desséché à 10° dans le vide, on l'introduit dans un tube taré qu'on pèse plein d'eau avec et sans sulfure; or, pour 1^{gr} de sulfure, la différence de poids comme eau dans les deux pesées s'élève à peine à $0^{gr},2$.

De plus, cette hypothèse ne peut entacher d'erreur les conclusions, puisqu'elle ne peut que conduire à une diminution dans le rapport cherché, c'est-à-dire celui du poids du soufre et du poids du nickel contenus dans le précipité.

([2]) Ce rapport des poids de sulfhydrate de sulfure et de sulfure simple varie, bien entendu, avec les conditions d'expérience, et ce nombre de 14 pour 100 correspond à l'expérience qui m'a donné la quantité relative maximum de sulfhydrate de sulfure.

furé en solution, puisque le volume du tube témoin avait été jaugé. Or, cette teneur correspondait, à très peu près, au coefficient de solubilité du gaz sulfhydrique dans l'eau à 0° et à la pression ordinaire.

» Il faudrait donc encore admettre, si le sulfure métallique ne jouait aucun rôle, que non seulement la solubilité du gaz sulfhydrique dans le tube à sulfure aurait été de beaucoup supérieure à ce qu'elle était dans le tube témoin, mais aussi qu'elle y était supérieure à ce qu'elle peut être normalement dans l'eau à 0° et sous la pression ordinaire.

» Il est donc évident que l'excès d'hydrogène sulfuré ne peut exister que grâce à la présence du sulfure de nickel. Or ce n'est nullement à un simple fait de condensation physique par le sulfure métallique qu'est dû cet excès de gaz sulfhydrique.

» En effet, si l'on répète avec le zinc la même expérience qu'avec le nickel, on trouve aussi par rapport au tube témoin un excès de soufre dans le tube à sulfure de zinc. J'ai démontré cependant que le sulfure de nickel agit chimiquement sur la solution de sulfate acide de nickel en présence d'hydrogène sulfuré, tandis que le sulfure de zinc n'agit pas dans les mêmes conditions sur le sulfate de nickel; tout comme inversement je ferai voir que le zinc n'est pas précipité à l'état de sulfure de sa solution de sulfate acide en présence de gaz sulfhydrique par les sulfures métalliques précipitant le nickel dans les mêmes circonstances. Si le sulfure de nickel et celui de zinc retenaient l'hydrogène sulfuré par suite d'une simple condensation, c'est-à-dire dans un même état physique, tous deux devraient agir chimiquement de même. S'ils agissent différemment, c'est qu'il y a plus qu'une différence d'état physique : c'est donc que l'hydrogène sulfuré forme avec le sulfure de zinc et le sulfure de nickel de vraies combinaisons, c'est-à-dire des sulfhydrates de sulfure. L'expérience confirme ainsi les prévisions théoriques énoncées par M. Berthelot relativement à l'existence de ces sulfhydrates de sulfure.

» Quant aux causes qui président à ces différences d'action des divers sulfures métalliques sur les solutions de sels acides d'autres métaux, en présence d'hydrogène sulfuré, et dont je termine en ce moment l'étude, elles seront le sujet d'une Note spéciale. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des sulfures alcalins sur le protosulfure d'étain.* Note de M. A. DITTE.

« I. Le protosulfure d'étain ne se dissout pas sensiblement à la température ordinaire dans une solution de monosulfure de potassium pur; tant

que celle-ci ne contient pas 200gr environ de sulfure KS, pour 1000 d'eau, on n'y découvre que de très faibles quantités d'étain. Il n'en est plus de même avec une liqueur plus riche en sulfure alcalin; dans ce cas, on voit le sulfure métallique se transformer peu à peu, et d'autant plus vite que la solution est plus concentrée, en donnant une masse grise et spongieuse d'étain pur. On en retrouve aussi en dissolution des quantités considérables, mais non plus sous la forme de protosulfure, car, en ajoutant un acide étendu, il se sépare des flocons jaunes de bisulfure hydraté. La réaction qui a lieu entre les monosulfures d'étain et de potassium est donc fort simple : 1° le sulfure métallique n'agit pas et ne se dissout pas en quantité appréciable tant que le sulfure alcalin n'atteint pas une certaine concentration; 2° quand celle-ci est suffisante pour que la formation du système $2SnS + KS$ dégage moins de chaleur que celle du système $SnS^2, KS + Sn$ (il se forme, en effet, du sulfostannate de potasse), ce dernier prend naissance; le monosulfure d'étain se dédouble alors en métal et bisulfure qui, se combinant au sulfure de potassium, donne un sulfostannate alcalin. C'est exactement ce que nous avons vu se produire entre le protoxyde d'étain et la potasse, $2SnO + KO = SnO^2, KO + Sn$; seulement, dans le cas actuel, le soufre remplace l'oxygène.

» Ce dédoublement du protosulfure est d'autant plus rapide que la liqueur est plus concentrée et plus chaude; il peut, du reste, demeurer incomplet, grâce à l'établissement d'un état particulier d'équilibre; ce dernier se produit dès qu'à la suite de la formation du sulfostannate de potasse le sulfure de potassium, demeuré libre dans la liqueur, se trouve en proportion insuffisante pour provoquer la séparation d'une nouvelle quantité d'étain.

» Quand on opère avec une solution très concentrée de sulfure de potassium, la réaction présente une phase de plus; l'étain qui se dépose est, en effet, capable d'attaquer le sulfure alcalin avec formation de potasse et dégagement d'hydrogène $Sn + 3KS + 2HO = SnS^2, KS + 2KO + H$; aussi, quand on chauffe une lame d'étain avec du sulfure de potassium presque saturé, on la voit bientôt perdre son poli, de nombreuses bulles très fines se dégagent de tous les points de la surface, et du sulfostannate de potasse se dissout dans la liqueur; cette réaction est du reste très lente, même à la température d'ébullition de la solution employée.

» II. Les phénomènes sont un peu plus compliqués quand on opère au contact de l'air. Une solution de monosulfure de potassium dans de l'eau non bouillie dissout toujours un certain poids, très faible d'ailleurs, de protosulfure d'étain, et, si l'on y fait passer un courant d'air ou d'oxygène, le

poids de sulfure d'étain dissous augmente avec la durée de l'expérience. Or on sait que l'oxygène décompose le monosulfure de potassium dissous en donnant de la potasse et du soufre ; celui-ci s'unit à une quantité équivalente de protosulfure d'étain et forme du bisulfure qui, au contact du sulfure alcalin, passe à l'état de sulfostannate. En effet, d'une part, l'addition d'un acide étendu détermine dans la liqueur la formation d'un précipité jaune de bisulfure d'étain ; d'autre part, le protosulfure d'étain qui demeure inaltéré dans une solution étendue de monosulfure de potassium s'y dissout abondamment dès qu'on ajoute un peu de soufre ; en même temps ce dernier disparaît et la liqueur reste incolore.

» Ainsi, la petite quantité d'étain que retient une solution à faible titre de monosulfure de potassium, mise en contact avec un excès de protosulfure de ce métal, tient à une action secondaire que provoque l'oxygène atmosphérique ; mais nous avons dit qu'il se forme de la potasse, et celle-ci réagit à son tour. Si l'on en ajoute en effet à de l'eau tenant en suspension du protosulfure d'étain, ce dernier est partiellement décomposé, $SnS + KO = SnO + KS$; mais comme, d'autre part, l'oxyde d'étain décompose le sulfure de potassium, $SnO + KS = SnS + KO$, ces deux réactions inverses, toutes deux possibles, se limitent réciproquement, et dans ce cas encore il existe à toute température une infinité de proportions de monosulfure de potassium et de potasse, capables de se tenir deux à deux respectivement en équilibre vis-à-vis du protoxyde et du protosulfure d'étain. Il est à remarquer que ces proportions sont très inégales ; on trouve par exemple à 16°, pour la composition de liqueurs qui n'agissent plus en présence d'un excès de protosulfure d'étain :

Eau.	Monosulfure de potassium.	Potasse.
1000	5gr	062,7
»	8	129,5
»	11	202,4

» La décomposition du protosulfure d'étain par la potasse s'effectue d'autant mieux qu'on opère à température plus élevée, ou avec une solution plus riche en alcali ; une liqueur concentrée le détruit presque immédiatement en ne laissant que de l'étain métallique, ce qui tient à une double cause : d'abord le sulfure de potassium qui se produit, dès qu'il atteint un certain degré de concentration, dédouble le protosulfure d'étain, comme on l'a dit plus haut ; ensuite la potasse transforme le protoxyde d'é-

tain formé en métal et stannate alcalin. En fin de compte, la liqueur surnageant le dépôt d'étain contient de la potasse, du monosulfure de potassium, du stannate et du sulfostannate de potasse; si on lui ajoute de l'eau, l'équilibre est rompu, et, comme une petite quantité de sulfure de potassium suffit pour contrebalancer l'action d'une proportion bien supérieure de potasse, on voit l'étain noircir, grâce à la formation d'un dépôt de protosulfure d'étain à sa surface; il suffit de concentrer la liqueur ou de lui ajouter de la potasse, pour voir cette coloration disparaître et le dépôt reprendre son aspect métallique.

» En définitive, quand on fait agir du monosulfure de potassium sur du protosulfure d'étain au contact de l'air, la liqueur alcaline, même étendue, dissout un peu de protosulfure métallique, mais, à la faveur de l'oxygène qui le transforme en bisulfure soluble dans le sulfure de potassium, en même temps il se produit un peu de potasse; la réaction continue ainsi très lentement à mesure que la liqueur emprunte de l'oxygène à l'atmosphère. Si la liqueur primitive est assez concentrée, le protosulfure métallique se décompose avec formation de sulfostannate et d'étain métallique; quant à la potasse formée sous l'influence de l'air, elle est en quantité trop petite pour agir en présence d'un grand excès de sulfure de potassium, et par suite le protoxyde d'étain ne peut pas prendre naissance.

» Le monosulfure de sodium se comporte en présence du protosulfure d'étain tout comme celui de potassium; il donne lieu à des réactions tout à fait analogues. »

CHIMIE. — *Recherches sur les sulfites cuproso-cupriques.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« I. Dans une précédente Communication j'ai indiqué quelques-unes des réactions les plus simples du sel de Chevreul qui paraît être le terme le plus caractéristique de plusieurs séries de sulfites cupro-cupriques présentant entre eux des rapports qu'on peut mettre en évidence au moyen de leurs réactions de dédoublement et de leurs transformations les uns dans les autres.

» Le sel de Chevreul, $SO^3Cu^2SO^3Cu, 2H^2O$, n'est pas modifié par le bisulfite de soude à l'abri de l'air. Humecté avec une solution concentrée de ce sel ($D = 1.26$) et exposé à l'air dans une cuvette plate, il y a oxydation du cuprosum et fixation corrélative de bisulfite sodique.

» Dans ces conditions et si le bisulfite n'a pas été pris en excès, il se

forme un beau sel jaune de chrome constitué par des prismes insolubles dans l'eau et pouvant atteindre 1^{mm} ou 2^{mm} de côté.

» De nombreux échantillons de ce sel, préparés comme il vient d'être dit ou par d'autres méthodes décrites plus loin, conduisent pour les rapports analytiques à la formule



$$S^{14}O^{43}Cu^{12}Na^{8} + 18H^{2}O.$$

» Le cuivre à l'état de cuprosum, dosé en pesant l'argent métallique dont un poids donné du sel provoque le dépôt dans l'azotate d'argent ammoniacal, entre dans cette molécule pour $\frac{1}{6}$ du cuivre total et fixe l'élévation du poids moléculaire.

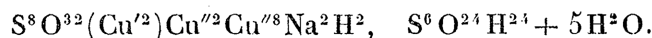
» Voici l'analyse du sel jaune :

		Théorie.
S.............	18,3-18,0-18,3-18,4	18,5
Cu^{4}............	5,4- 5,5- 5,2	5,3
Cu.............	26,0-25,8	26,3
Na.............	7,5- 7,7	7,6
$H^{2}O$...........	13,1-13,3-13,5	13.4

» Calciné, après traitement par un mélange d'acides sulfurique et nitrique, ce sel laisse 102,2 pour 100 de sulfates anhydres de cuivre et de sodium (théorie, 102,9). Chauffé dans un courant d'acide carbonique, ce sel perd simultanément $H^{2}O + SO^{2}$ dès que la température atteint 140°.

» Cette perte est de 29,0 pour 100 (théorie, 29,3). Les $\frac{3}{7}$ du soufre sont donc volatils à basse température à l'état d'acide sulfureux.

» Ces diverses déterminations sont toutes d'accord avec la formule proposée. Celle-ci peut s'écrire sous bien des formes, entre autres la suivante, qui tient compte de la perte facile d'eau et d'acide sulfureux et contient un groupe en S^{8} qui se retrouve dans divers autres sels que je décrirai :



$$S^{8}O^{32}(Cu'^{2})Cu''^{2}Cu''^{8}Na^{2}H^{2},\quad S^{6}O^{24}H^{24} + 5H^{2}O.$$

» Traité par de l'acide sulfureux, ce sel se transforme en sel de Chevreul.

» Le sulfite que je viens de décrire et qu'on pourrait, à défaut de nom plus simple, appeler *octosulfite acide de cuprosum, de cupricum et de sodium,* a une grande tendance à se former toutes les fois que les sels de cuivre se trouvent en présence du sulfite acide de sodium, parmi différents sels analogues : c'est un terme de stabilité.

» Il résulte aussi bien de l'oxydation à l'air des sels où le protoxyde do-

mine que de la réduction partielle, par les sulfites, des sels de bioxyde de cuivre; dans ce cas, la réduction, à froid, est limitée au $\frac{1}{6}$ du cuivre total.

» En mettant à profit les observations ci-dessus, j'ai pu préparer en abondance l'octosulfite jaune par diverses réactions, entre autres :

» 1° L'agitation du sulfate de cuivre anhydre pulvérisé avec une solution de bisulfite de soude ($D = 1,26$); dans un ballon ouvert, il se dégage des torrents de gaz sulfureux;

» 2° Le mélange d'une solution d'acétate de cuivre ordinaire et d'un excès de bisulfite de soude à froid; il se fait un précipité floconneux qui cristallise bientôt à froid. Ce sel a la composition et les propriétés indiquées plus haut.

» Quelle que soit la préparation de l'octosulfite adoptée, on filtre ce sel à la trompe sur du coton, on le lave à l'eau, puis à l'alcool, et finalement à l'éther pour hâter sa dessiccation à l'air.

» II. Si dans la préparation du sel précédent au moyen du sel de Chevreul, on employait un excès de bisulfite sodique, ou plus généralement quand on traite le sel jaune lui-même par du bisulfite de soude à froid et au contact de l'air, il se forme un sel rouge brun foncé en agglomérations sphériques, constituées par des feuillets brillants de cristaux rouges qui, à l'état sec, ont un éclat métallique doré, comme certains platinocyanures.

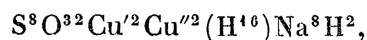
» Ce sel se forme encore fréquemment quand on oxyde à l'air, en présence du bisulfite de soude, un sel de protoxyde de cuivre. Pour fournir ce sel rouge, l'octosulfite jaune est préalablement réduit par le bisulfite en excès, puis réoxydé à l'air; en effet, sa solution dans un excès de bisulfite est un sel de protoxyde.

» Les cristaux du nouveau sel rouge, lavés rapidement à l'eau sur la trompe, puis à l'alcool et à l'éther, répondent, après dessiccation à l'air, à la formule $S^8O^{23}Cu^4Na^8 + 9H^2O$ qui, renfermant la moitié de son cuivre à l'état de protoxyde, n'est pas divisible.

		Théorie.
S....................	19,9-20,2	20,9
$(Cu')^2$....................	10,0- 9,8	10,3
Cu^2....................	10,1	10,3
Na....................	15,3	15,0
H^2O....................	12,7	13,2

» Traités par un mélange d'acides sulfurique et nitrique, ils laissent 97,8 pour 100 de sulfate anhydre (théorie : 98,3).

» Entre autres manières d'écrire la formule de ce sel, on peut le mettre sous la forme



$$S^8O^{32}Cu'^2Cu''^2(H^{16})Na^8H^2,$$

qui met en évidence certains rapports de ce sel avec le précédent et avec d'autres sur lesquels je reviendrai prochainement. »

CHIMIE. — *Sels de protoxyde de manganèse basiques*. Note de M. **Al. Gorgeu**, présentée par M. Cahours.

« L'existence de sous-sels de manganèse n'a pas encore été signalée.

» L'objet du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est de faire connaître l'existence d'un sulfate et d'un azotate de manganèse basiques cristallisés et celle d'une combinaison amorphe de protochlorure et de protoxyde de manganèse obtenus au sein de solutions aqueuses.

» *Sous-sulfate de manganèse.* — Pour obtenir le sous-sulfate cristallisé, il faut verser lentement une solution chaude renfermant 3 à 5 pour 100 de potasse ou de soude dans un grand excès d'une solution bouillante de sulfate de manganèse contenant 20 à 25 pour 100 de ce sel cristallisé; on maintient ensuite le mélange à l'ébullition jusqu'à ce que le précipité blanc volumineux produit soit complètement transformé en un dépôt lourd de cristaux rosés.

» Ainsi préparé et séché ensuite sur de la porcelaine dégourdie, le sulfate basique se présente sous forme de petits cristaux rosés bien nets. D'après l'examen qu'a bien voulu en faire M. Emile Bertrand, ces cristaux appartiennent au système du prisme rhomboïdal droit.

» Un lavage rapide ne modifie ni la forme ni la composition des cristaux précédents, mais les rend plus facilement altérables à l'air; un lavage prolongé les décompose peu à peu, mais sans pouvoir dépouiller complètement d'acide sulfurique l'oxyde resté insoluble.

» Le sous-sulfate de manganèse ne perd rien de son poids à 200°; au rouge sombre, il ne retient plus d'eau et au rouge blanc, après grillage, il laisse comme résidu de l'oxyde rouge pur $MnO^{\frac{4}{3}}$.

» Les résultats de l'analyse de plusieurs échantillons préparés dans des conditions variées ont été constants; ils amènent à conclure que la formule qui représente la composition du sulfate basique de manganèse est celle-ci :



$$3MnO, 2SO^3 + 3HO.$$

	MnO.	SO^3.	HO.
Nombres trouvés.............	49,50	37,80	12,70 [1]
Nombres exigés par la formule...	50, »	37,40	12,60

» *Sous-azotate de manganèse. Préparation.* — Pour préparer le sous-azotate de manganèse, on verse de la soude concentrée dans une solution bouillante d'azotate de manganèse contenant 60 pour 100 de son poids de sel cristallisé; après une ou deux minutes d'ébullition, on filtre le mélange encore chaud, et on abandonne à un refroidissement lent la solution claire à l'abri du contact de l'air. Après vingt-quatre heures, on trouve une abondante cristallisation de fines aiguilles que l'on recueille sur un filtre d'abord, pour écouler la plus grande portie des eaux mères, et que l'on étale ensuite sur des plaques de porcelaine dégourdie, à l'abri de la lumière, jusqu'à ce que les cristaux soient moins secs.

» Le sous-azotate ainsi préparé présente un aspect feutré, brillant, dû à l'enchevêtrement de longues et minces aiguilles appartenant au système du prisme rhomboïdal droit. Ces cristaux peuvent subir le contact de l'air sec, dans l'obscurité, sans éprouver d'altération, mais à l'air ordinaire et au jour, avec le temps, ils brunissent de plus en plus.

» L'eau décompose rapidement le sous-azotate de manganèse; elle laisse insoluble un protoxyde plus ou moins altéré, mais ne retenant pas d'acide azotique, et ne dissout que de l'azotate neutre.

» Soumis à l'action de la chaleur, les cristaux commencent déjà, au-dessous de 100°, à dégager de l'eau et de l'acide hypoazotique; de 160° à 170°, ils laissent comme résidu un suroxyde de manganèse anhydre et brillant.

» Le mode de préparation de ce sel démontre sa solubilité plus grande à chaud qu'à froid dans les solutions concentrées d'azotate de manganèse.

» On a constaté que le sous-azotate ne possède pas, comme le sous-sulfate, de tendance à former des sels doubles avec les azotates alcalins.

» *Analyse.* — Pour déterminer la composition de l'azotate basique de manganèse, on a dosé : la quantité totale du manganèse, puis la partie de ce corps insoluble dans l'eau, enfin celle que le liquide entraîne et qui devait servir à calculer la proportion d'acide azotique.

» Mais cela ne suffisait pas : on ne pouvait, en effet, à cause de l'état de grande concentration des eaux mères, négliger, comme pour le sous-sulfate, la proportion de sel de manganèse restée adhérente aux cristaux et

(1) Par différence.

étrangère à leur constitution. Afin de déterminer cette quantité, on a d'abord recherché le rapport entre les poids d'azotates de soude et de manganèse contenus dans les eaux mères de chaque préparation, puis dans chaque échantillon de cristaux la proportion d'azotate de soude, et c'est ce dernier poids qui a permis de calculer la quantité d'azotate de manganèse neutre qu'il convenait de réduire à des chiffres fournis par l'analyse.

» On a ainsi obtenu les résultats suivants, qui représentent la moyenne de plusieurs analyses et conduisent à admettre, pour exprimer la composition de l'azotate basique, la formule $2(MnO), AzO^5 + 3HO$.

	Trouvé. Sel anhydre.	$2(MnO)AzO^5$.
MnO insoluble dans l'eau..........	27,90	28,45
MnO à l'état d'azotate.............	28,60	28,45
Acide azotique....................	43,50	43,10
Eau sur 100 parties de sel cristallisé, déduction faite de celle qui existe dans l'azotate qui imprègne les cristaux...	18,00	$2(MnO)AzO^5 3HO$. 17,70

» *Oxychlorure de manganèse.* — Ce composé prend naissance lorsque l'on verse de la soude dans une solution concentrée et chaude de chlorure de manganèse en grand excès; après une ébullition prolongée pendant une demi-heure, le précipité gélatineux devient grenu; c'est sous cette forme, et après avoir essayé vainement de l'obtenir cristallisé, que ce corps a été recueilli sur de la porcelaine dégourdie et analysé.

» Le produit ainsi obtenu est certainement une combinaison; il est bien moins altérable à l'air que le protoxyde hydraté et retient très longtemps du chlorure de manganèse lorsqu'on le soumet à l'action de l'eau, même bouillante.

» Les nombres fournis par l'analyse ne sont pas très concordants pour divers échantillons; la moyenne des résultats obtenus amène à conclure que dans ce composé $1^{éq}$ de chlorure de manganèse est combiné à $2^{éq}$ ou $3^{éq}$ de protoxyde de manganèse.

» De même que le sous-azotate et le sous-sulfate de manganèse, l'oxychlorure récemment préparé se dissout dans l'acide chlorhydrique sans coloration ni dégagement de chlore. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'addition de l'acide hypochloreux au chlorure d'allyle monochloré.* Note de M. L. HENRY, présentée par M. Wurtz.

« Le chlorure d'allyle monochloré dont il est question dans cette Note est la variété α $CH^2Cl\text{-}CCl=CH^2$; ébullition 94°-96°.

» Ce corps se combine aisément à l'acide hypochloreux, moins vivement cependant que le chlorure d'allyle lui-même $CH^2Cl\text{-}CH^2=CH^2$. Il doit en être ainsi.

» L'addition de l'acide hypochloreux étant terminée, on remarque que le volume du liquide insoluble primitif a diminué de moitié environ.

» Cette réaction donne naissance à deux produits distincts :

» 1° De *l'acétone bichlorée symétrique* $CH^2Cl\text{-}CO\text{-}CH^2Cl$ (¹); fusion 42°-43°; ébullition, 171°-172.

» Celle-ci reste presque totalement dissoute dans l'eau qui a servi de véhicule à l'acide hypochloreux. On l'en retire aisément par le procédé ordinaire : précipitation du mercure dissous par l'hydrogène sulfuré, traitement par l'éther du liquide filtré après addition de sulfate sodique.

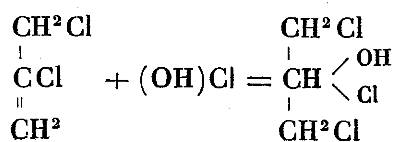
2° Du *tétrachlorure d'allène* (²) $CH^2Cl\text{-}CCl^2\text{-}CH^2Cl$; ébullition, 164°-165°.

» Ce corps forme presque exclusivement la portion du chlorure d'allyle monochloré restée insoluble après sa combinaison avec (OH)Cl.

» On lui enlève toute trace d'acétone bichlorée en l'agitant avec de l'acide sulfurique concentré qui dissout seulement celle-ci.

» Voici quel est, à mon sens, le mécanisme de cette réaction. Elle comprend deux phases :

» 1° Addition de (OH)Cl au chlorure d'allyle monochloré

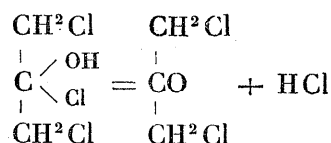


$$\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CCl \\ \| \\ CH^2 \end{matrix} + (OH)Cl = \begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown Cl \end{matrix} \\ | \\ CH^2Cl \end{matrix}$$

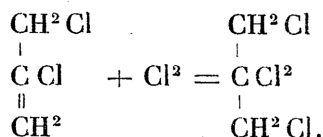
(¹) J'ai fait connaître antérieurement que, sous l'action de l'acide sulfurique, le même chlorure d'allyle monochloré fournit l'*acétone monochlorée* $CH^2Cl\text{-}CO\text{-}CH^3$ (*Bulletin de Berlin*, t. V, p. 965).

(²) J'ai proposé antérieurement de désigner sous le nom d'*allène* l'hydrocarbure encore nconnu aujourd'hui $CH^2=C=CH^2$, isomère avec l'*allylène*, $CH\equiv C-CH^3$.

en vertu de l'incompatibilité des radicaux (OH) et Cl sur le même atome de carbone, élimination d'acide HCl et formation d'acétone bichlorée

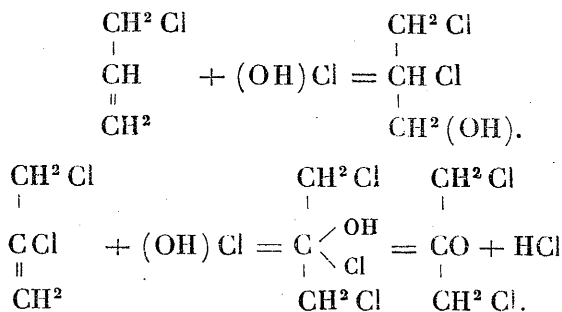


» 2° Réaction de HCl sur (OH)Cl, d'où formation de chlore libre et addition simultanée de celui-ci au produit primitif encore intact [1] :



» Je crois utile de rappeler que l'addition de l'acide hypochloreux au chlorure d'allyle lui-même $CH^2Cl - CH = CH^2$ a pour résultat la formation d'un produit unique, la *dichlorhydrine dyssymétrique et primaire* $CH^2(OH) - CHCl - CH^2Cl$ [2].

» On voit par ces faits combien la présence du chlore dans un système à soudure double $C = C$ peut modifier la nature et le sens des phénomènes d'addition que ce système peut subir de la part d'un même corps.



» Quoi qu'il en soit, la réaction que je viens de faire connaître est d'une grande netteté, et, bien que la moitié seulement du produit employé soit transformée en acétone bichloré symétrique, elle me paraît être la méthode

---

[1] Voir mon travail sur l'addition de (OH)Cl aux composés allyliques (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, t. XXXVII, 2e série, p. 382 et suiv.).

[2] *Id.*, travail cité, p. 372, etc., et 393.

la plus avantageuse aujourd'hui pour obtenir ce composé si remarquable.

» De 32^{gr} de chlorure d'allyle monochloré α j'ai pu retirer 16^{gr} à 17^{gr} d'acétone bichloré ; théoriquement j'aurais dû en obtenir $18^{gr},3$; or, de 765^{gr} de dichlorhydrine symétrique, $CH^2Cl-CH(OH)-CH^2Cl$, MM. Grimaux et Adam (¹) ne sont parvenus à obtenir que 97^{gr} de dichloro-acétone, soit 15 pour 100; j'arrive aisément de mon côté à 50 pour 100 environ.

» Tous les corps dont il a été question dans cette Note ont été soumis à l'analyse, laquelle a fourni des chiffres exacts.

» Ce travail fait partie d'un ensemble de recherches que j'ai entreprises sur l'addition de l'acide hypochloreux aux dérivés haloïdes des composés non saturés *bivalents*, dérivés renfermant le chaînon *chloré* ou *bromé* à soudure double



» La difficulté que l'on rencontre en général pour obtenir des composés non saturés, chloro ou bromo-substitués, purs et d'une structure bien établie, ne me permet d'avancer dans ces recherches qu'avec lenteur. »

ZOOLOGIE. — *De l'œil impair des Crustacés.* Note de M. **Hartog**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que chez la plupart des Crustacés il existe, outre les deux yeux composés (fusionnés chez les Cladocères), un œil médian impair. Il existe seul chez la plupart des Copépodes, et les larves naupliiformes de tous les ordres; on le voit même chez les larves phyllosomes des Décapodes loriqués. Partout où les deux genres d'œil coexistent dans l'adulte, mais non dans la larve éclose, c'est l'œil impair qui est formé le premier. Il faut donc l'envisager comme étant l'œil primitif des Crustacés.

» La structure de cet organe n'a pas été suffisamment étudiée. Claus a démontré que partout il est formé d'une masse pigmentée centrale dans laquelle sont plongés à moitié trois corps lenticulaires ou « sphères cristallines », deux latéraux et un ventral. En étudiant l'anatomie du *Cyclops* et du *Diaptomus* par la méthode des sections minces, j'ai pu constater que cet organe est d'une composition bien plus compliquée qu'on ne l'avait pensé. La masse pigmentée est pour ainsi dire anhiste, les granules colorants y sont surtout placés à la surface contiguë aux « sphères

(¹) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXXVI, p. 20, etc.

» cristallines ». Chaque sphère est composée d'éléments rayonnants, ou bâtonnets optiques, dont les bouts internes sont appliqués contre la masse pigmentée, tandis que les segments périphériques renferment un noyau. L'œil ainsi décrit est situé sur le prolongement terminal du cerveau, d'où partent trois nerfs optiques, un pour chaque sphère; le nerf, au lieu de pénétrer dans la masse pigmentée, *longe la face externe de la sphère cristalline, pour y pénétrer directement*, à peu de distance de son bord postérieur.

» Claus avait figuré une structure analogue de l'œil impair chez des Phyllopodes (voir son Mémoire sur le développement de l'*Apus cancriformis*, et le *Branchipus stagnalis*); mais il n'en avait pas indiqué la vraie signification. J'ai élevé dernièrement les mêmes espèces : j'y ai constaté une analogie parfaite de structure avec ce que je viens de décrire chez les Copépodes.

» On peut donc conclure que, chez tous les Crustacés qui le possèdent, l'œil impair est composé de trois yeux simples, antérieurs au cerveau, *à bâtonnets optiques renversés, recevant les fibres conductrices du nerf optique sur leur bord externe*, rapprochés de sorte que leurs couches pigmentées ou choroïdes sont confondues en une seule masse.

» On peut retrouver une structure presque identique de l'organe visuel dans deux autres groupes.

» 1° Les Chætognathes auraient, d'après M. Hertwig, absolument l'œil triple des Crustacés, mais, au lieu d'être médian, impair, il est répété des deux côtés de la tête.

» 2° Certains Planariens, le *Dendrocœlum lacteum* par exemple, ont deux yeux, pairs, lesquels auraient, d'après Justus Carrière, la structure que j'admets pour un des yeux simples qui se seraient réunis dans l'œil médian des Crustacés.

» Il est probable que l'œil des Chætognathes et des Crustacés se rapporte au type des Planariens, mais que les deux premiers groupes n'ont aucune parenté directe entre eux.

» La méthode par sections minces m'a révélé d'autres particularités intéressantes que je compte publier bientôt dans un travail plus étendu sur le *Cyclops*.

» L'œil qui approche le plus de celui des Crustacés et des Chætognathes semble être celui des Planaires. M. Justus Carrière vient de publier (*Arch. für micr. Anat.*, t. XX, p. 160) un travail sur les yeux de ces animaux si primitifs; et, d'après ses dessins et son texte, il faut admettre que

chaque œil du *Planaria* ou du *Dendrocœlum* correspond à l'un des trois composants de l'œil des Crustacés. Il est donc plus raisonnable de rapporter les yeux des Crustacés et des Chætognathes à ce groupe ancestral si primitif des Turbellaires que de chercher des rapprochements directs entre les deux premiers de ces groupes. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les Infusoires flagellifères.* Note de M. J. Kunstler, présentée par M. Blanchard.

« Dans une précédente Communication, j'ai signalé les résultats de recherches que j'avais entreprises sur les Flagellés; des observations plus récentes me permettent d'y ajouter des faits nouveaux. Le *Cryptomonas ovata* Ehrbg., après avoir été soumis à l'action de l'acide acétique, se montre couvert de filaments; Bütschli, qui a décrit des productions analogues chez le *Chilomonas paramœcium* Ehrbg., admet que ce sont là des trichocystes, c'est-à-dire des organes de défense comparables aux nématocystes des Cœlentérés; cependant je n'ai jamais pu apercevoir chez cet organisme les bâtonnets qui se voient si abondamment répandus dans les téguments de certains Infusoires ciliés, et au sein desquels, si la comparaison avec des organes urticants est fondée, ces prolongements ténus se trouveraient d'abord renfermés. Ces filaments, incomparablement plus nombreux que ceux qui ont été figurés par Bütschli, constituent une couche périphérique touffue, et leur longueur est souvent énorme; ainsi il en est qui ont une dizaine de fois la longueur du corps; en général, ils présentent une certaine inclinaison en haut. A la partie supérieure du corps, sur le prolongement du bord postérieur de l'échancrure du vestibule digestif, on remarque un, deux ou quelquefois trois de ces prolongements qui sont plus gros, plus longs et plus rigides, tandis que les autres sont souvent un peu flexueux. Le *Cryptomonas erosa* montre aussi ces filaments.

» Sous l'influence de la saison froide, le *Cryptomonas ovata* acquiert des caractères spéciaux. Le noyau ne contient que le grand nucléole. La cuticule est généralement très épaissie sur toute la surface du corps, et les vacuoles qui s'y trouvent sont très facilement visibles sans l'intervention d'aucun réactif; en certains points, cette cuticule présente un développement particulièrement considérable, par exemple à l'extrémité inférieure, où elle forme un prolongement dirigé en arrière, ou bien au rostre dorsal (qui est allongé lui-même), où elle constitue souvent une longue pointe.

Ce Flagellé présente aussi, outre la ligne dépourvue de matière colorante verte dont j'ai signalé l'existence sur la face gauche, dans toute l'étendue de la face droite, une autre ligne incolore longitudinale assez large. Enfin les grains d'amidon de la couche profonde mamelonnée sont plus rares et très minces; mais on voit, répandus dans presque toutes les parties de leur corps, des corpuscules irréguliers, plus réfringents, ressemblant à des concrétions, qui sont peut-être aussi constitués par de l'amidon, quoiqu'ils ne bleuissent pas sous l'influence de l'iode.

» Dans une infusion qui se trouvait à un état de décomposition assez avancée, j'ai rencontré des *Chilomonas paramœcium* Ehrbg. à une sorte d'état palmelloïde; de nombreux individus de cette espèce étaient réunis dans une masse commune transparente, d'aspect gélatineux, et ils présentaient ainsi une grande ressemblance avec une *zooglea*. Cienkowski a observé un phénomène analogue chez le *Cryptomonas polymorpha*, et il s'est assuré que c'était là un mode de reproduction. Jamais je n'ai observé ce phénomène dans les cultures qui n'étaient pas plus ou moins putréfiées et placées dans de mauvaises conditions de lumière; ces êtres sont toujours isolés et très agiles dans les eaux claires et bien exposées à la lumière.

» L'*Astasia costata*, espèce nouvelle que j'ai décrite dans une précédente Note, possède une couche sous-cuticulaire musculaire (vacuolaire) à fibrilles spirales analogues à celles que j'ai signalée chez les Euglènes. La vésicule contractile du *Phacus pleuronectes* Duj. possède des parois propres vacuolaires semblables à celles de l'organe analogue des *Cryptomonas*. Le flagellum terminal du *Monas vinosa* Ehrbg., que Cohn considère simplement comme la spore mobile du *Clathrocystis roseopersicina* (bactérie chromogène), laisse voir une striation transversale, après avoir été soumis à l'action de réactifs colorants énergiques. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gisement de Mammifères tertiaires, à Aubignas (Ardèche).* Note de M. A. TORCAPEL, présentée par M. A. Gaudry.

« La chaîne des Coirons, qui coupe transversalement le département de l'Ardèche, du Mont-Mézenc à Rochemaure, s'élargit dans le voisinage du Rhône en un vaste plateau dont l'altitude varie entre 700^{m} et 1000^{m} au-dessus du niveau de la mer, et que recouvre entièrement une puissante calotte de basalte de plus de 200^{m} d'épaisseur. Ce basalte est noir, très riche en pyroxène et d'une grande dureté. Il a néanmoins été entamé à la longue par les cours d'eau qui, après avoir percé la calotte basaltique,

ont creusé sur tout le pourtour du plateau de profondes ravines dans les couches sous-jacentes.

» C'est ainsi qu'a été mis à nu, près du village d'Aubignas, sous le basalte même, un gisement qui contient des ossements de Mammifères et qui présente un grand intérêt, en ce qu'il permet de déterminer d'une façon assez précise l'époque géologique à laquelle doit être rattachée l'éruption de ce basalte.

» Ce gisement se trouve au quartier de Nangaude, sur la rive droite du ravin qui débouche à Aubignas. Sous le basalte noir, compact, on observe une suite de couches de tuf et de boue volcanique empâtant de nombreux fragments de marne calcinée et de basalte décomposé, dans quelques-unes desquelles se trouvent des dents et des ossements de Mammifères. Les couches fossilifères, dont l'épaisseur totale est de $2^m,40$, recouvrent une couche puissante argilo-siliceuse jaunâtre contenant des fragments de basalte décomposé, des cristaux de pyroxène, et dont l'épaisseur visible est de $4^m,80$.

» Ce dépôt, qui n'a qu'une extension très limitée, repose sur les marnes néocomiennes à *Echinospatagus cordiformis*, et s'est évidemment formé dans un bas-fond où sont venues s'accumuler les premières déjections volcaniques.

» J'ai pu y recueillir les espèces suivantes, dont je dois la détermination à M. A. Gaudry :

» *Machairodus cultridens*. D'après un troisième métacarpien un peu plus fort que dans l'espèce de Pikermi.

» Félidé. Carnassière supérieure ressemblant à celle du *Machairodus meganthereon* du pliocène d'Auvergne.

» *Hyænarctos?* Prémolaires inférieures.

» *Ictitherium?* D'après deux petites canines.

» Rongeur. Incisives de la taille de celles du *Steneofiber*.

» *Rhinoceros Schleiermacheri*. Mâchoire inférieure et côtes.

» *Hipparion gracile* (petite race du mont Léberon). Mâchoire inférieure, nombreuses molaires supérieures et inférieures.

» *Sus major?* Prémolaire semblable à celles de l'espèce du Léberon.

» *Tragocerus amaltheus*. D'après des chevilles de cornes, des dents et des os semblables à ceux de l'espèce de Pikermi et du Léberon, mais un peu plus petite.

» *Cervus Matheroni*. D'après la base d'un bois.

» *Dremotherium Pentelici?* D'après quelques dents, un astragale et des phalanges.

» *Testudo*.

» *Helix Chaixi* (Michaud). Détermination de M. le Dr Fischer.

» *Helix*. Autre espèce plus petite.

» Fruits de *Terminalia* (Cucurbitacées) et d'Euphorbiacées, types actuels, mais exotiques. Détermination de M. Renault.

» L'éminent professeur du Muséum suppose que la faune ci-dessus pourrait se lier avec celles de Pikermi et du mont Léberon, et appartenir comme celles-ci au miocène supérieur. Or le mélange des ossements avec les matières volcaniques et la position des couches fossilifères au-dessus d'une couche qui contient déjà des fragments de basalte décomposé ne permettent pas de douter que ces animaux n'aient été les contemporains et peut-être les victimes de l'éruption. C'est donc à la même époque que celle-ci doit remonter, de même que les autres éruptions de basalte ancien qui ont recouvert de leurs coulées une grande partie du plateau central de la France.

« Ainsi, nous écrit M. Gaudry, notre pays aurait vu se produire à la fois » les manifestations les plus importantes du monde physique et du monde » organique : les éruptions de volcans et le développement de la faune du » miocène supérieur, qui marque le moment où les Mammifères sont de- » venus les plus intelligents, les plus forts, les plus majestueux et les plus » nombreux. »

M. Albert Gaudry, à la suite de cette Communication, fait remarquer que les découvertes de M. Torcapel, dans l'Ardèche, confirment les intéressantes recherches qui ont été faites dans le Cantal par M. Rames.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de l'alcool éthylique et de l'essence d'absinthe sur les fonctions motrices du cerveau et sur celles des muscles de la vie de relation* (1). Note de M. S. Danillo, présentée par M. Vulpian.

« On sait que l'alcool fait baisser la température, paralyse le pouvoir excito-moteur de la moelle, affaiblit les fonctions du cœur et la sensibilité (Duméril et Demarquay, Richardson, Lallemand, Duroy et Perrin, Ruge, Binz, Manassein, Setchenow, Sulzynski, Köhler, Wolowicz, etc.). Il arrête aussi les convulsions (Stacchini).

» Mais l'influence de l'alcool à fortes doses sur l'excitabilité du cerveau et sur les phénomènes de l'épilepsie dite corticale n'a pas été, à ma connaissance du moins, l'objet de recherches expérimentales; son influence

---

(1) Travail du laboratoire de Pathologie expérimentale de la Faculté de Médecine de Paris.

sur les convulsions produites par l'essence d'absinthe n'a été aussi l'objet que d'investigations peu nombreuses (Magnan, Challand). J'ai donc cru utile d'entreprendre des recherches sur ces deux substances, et, dans ce but, j'ai fait des expériences sur des chiens.

» Dans une première série de recherches, j'ai étudié l'influence de l'alcool à hautes doses sur la réaction cérébro-musculaire de la couche corticale du cerveau, et l'influence de l'injection de l'alcool sur les attaques d'épilepsie dite *corticale*. Dans une autre série, j'ai étudié l'action de l'essence d'absinthe, et l'influence des injections d'alcool sur les convulsions produites par cette substance. Dans une troisième série enfin, j'ai étudié l'excitabilité électrique du cerveau dans l'empoisonnement par l'essence d'absinthe.

» L'alcool et l'essence d'absinthe étaient toujours injectés dans le sang. L'alcool, préalablement rectifié, était toujours réduit à 45°, d'après l'alcoomètre Gay-Lussac. L'essence d'absinthe était récemment préparée. L'irritation de la région corticale était faite à l'aide du courant de deux piles de Bunsen, grandeur moyenne, réunies en tension. Le courant passait à travers un appareil à chariot, avec bobines à 0 de distance, immobilisées de même que le trembleur.

» La graduation du courant se faisait par le rhéostat de Ruhmkorff, divisé en milliwebers de 1 à 500, qui était intercalé dans le courant, de même qu'un signal électrique de Deprez. L'interruption du courant était produite à l'aide de l'appareil Trouvé, donnant de 1 à 40 interruptions par seconde. Les rhéophores impolarisables (Hitzig) se terminaient par des pointes d'amadou. Les tracés myographiques étaient toujours pris sur les muscles de l'épaule, à l'aide d'un myographe à transmission de Marey, fixé sur le membre, après abrasion préalable des poils de la région explorée. Le nombre des interruptions, de même que le temps en secondes, était indiqué par le signal Deprez relié au chronographe interrupteur de Trouvé.

» *Première série.* — Le poids des chiens dans la première série des expériences a varié de 10^{kg} à 22^{kg}. La quantité d'alcool injectée était de 3^{gr} à 10^{gr} par kilogramme du poids de l'animal. Le degré de la sensibilité était constaté par l'excitation électrique du bout central du nerf sciatique; la réaction neuro-musculaire par celle du bout périphérique.

» Les résultats des recherches de cette série (10 chiens) peuvent être résumés de la façon suivante :

» Au début de l'empoisonnement par l'alcool injecté aux doses indiquées, l'excitabilité de la région corticale dite motrice s'affaiblit notablement; les excitations isolées ou multiples de

cette région ne donnent plus lieu qu'à des contractions musculaires dissociées. Un peu plus tard, les excitations isolées (une fois par seconde) ne donnent plus de contractions musculaires, même avec le maximum d'intensité du courant. Les excitations multiples (de 16 à 40 fois par seconde), avec un courant de même intensité, donnent seulement des secousses musculaires isolées qui ne se fusionnent pas et ne donnent pas une attaque d'épilepsie, même lorsqu'il y a une irritation prolongée. Dans la dernière période (coma avec abolition des réflexes), l'excitabilité de la région motrice est nulle, quoique la réaction électrique neuromusculaire soit manifeste. Vingt-quatre heures après, l'excitabilité de la région dite motrice réapparaît de nouveau, comme on peut s'en assurer en excitant cette même région du côté opposé.

» L'influence de l'alcool à hautes doses sur les fonctions motrices du cerveau est donc analogue à celle des autres substances anesthésiques (éther, chloral, morphine).

» L'influence de l'alcool sur les attaques épileptiques chez le chien (attaques d'origine soit électrique, soit spontanée) se manifeste par l'arrêt complet de l'attaque, à la période tonique ou clonique, après l'injection de 1^{gr} au moins par kilogramme du poids de l'animal. L'arrêt se fait en quinze à vingt secondes, après quelques secousses musculaires dissociées.

» *Deuxième série.* — L'influence de l'essence d'absinthe à doses variables de $0^{gr},1$ à $3^{gr},5$ sur des chiens du poids de 5^{kg} à 30^{kg} (28 expériences sur 10 chiens) peut être divisée en périodes comme il suit :

» L'injection d'une faible dose (de $0^{gr},1$ à $0^{gr},3$) donne les phénomènes connus de l'attaque convulsive avec période tonique et clonique. Une seule forte dose ($0^{gr},5$ à $1^{gr},5$) donne une période tonique très intense suivie d'une faible période clonique et d'une résolution finale, quelquefois avec période de délire. Sous l'influence de petites doses ($0^{gr},1$-$0^{gr},2$), réitérées quatre ou cinq fois dans l'intervalle de quinze à trente minutes, la période clonique, à mesure que l'empoisonnement se prononce, devient plus durable, mais elle est alors entrecoupée par des intervalles de résolution musculaire. Dans ce mode d'empoisonnement, la période du délire fait complètement défaut. Une dose forte ($1^{gr},5$ à $2^{gr},0$), après quelques doses faibles, donne *toujours* un accès de délire très violent, mais souvent d'une durée courte. Avec une dose encore plus forte ($2^{gr},5$ à $3^{gr},5$), après quelques doses faibles les phénomènes du délire font complètement défaut et l'animal reste immobile et tombe ensuite dans le coma.

» On pourrait donc diviser l'évolution des effets toxiques de l'essence d'absinthe en cinq périodes distinctes et successives : 1° période tonique ; 2° période clonique ; 3° période choréiforme ; 4° période de délire ; 5° période de résolution.

» La marche de l'empoisonnement par cette substance offre ainsi une certaine analogie avec celle de l'intoxication par la strychnine (Ch. Richet),

à cela près que la période du délire fait défaut dans l'empoisonnement par la strychnine. L'injection de l'alcool à raison de $1^{gr},0$ à $2^{gr},0$ par kilogramme du poids de l'animal arrête complètement la marche de l'empoisonnement dans les premières quatre périodes. Lorsque les doses d'essence d'absinthe sont faibles, l'injection d'alcool arrête les convulsions et le délire, et l'animal revient à lui complètement après quelques heures d'ébriété. Si, au contraire, l'empoisonnement a eu lieu par de fortes doses, l'injection d'alcool n'empêche pas la mort de survenir. Le chloral aussi, après de faibles doses d'essence d'absinthe, paraît exercer la même influence que l'alcool (deux expériences.) L'alcool n'est donc pas l'antagoniste véritable de l'essence d'absinthe, pas plus qu'il ne l'est pas pour la strychnine (Stacchini.)

» *Troisième série.* — Sous l'influence de petites doses d'essence d'absinthe, l'excitabilité de la région corticale, de même que la réflectivité médullaire, sont exaltées considérablement, pendant les intervalles des convulsions et du délire. Plus tard, dans la période de résolution, la réaction cérébro-musculaire paraît s'affaiblir progressivement, tandis que l'excitabilité neuro-musculaire persiste encore au degré normal. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

ERRATA.

(Séance du 17 avril 1882.)

Page 1111, ligne 3, *au lieu de* $\delta\int mv^2\,\alpha\,dt' = 0$, *lisez* $\delta\int mv^2\frac{dt'}{\alpha} = 0$.

Même page, ligne 4, *au lieu de* $dt' = \frac{dt}{\alpha}$, *lisez* $dt = \frac{dt'}{\alpha}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MAI 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« *Séparation d'avec la glucine.* — On opère exactement comme il a été dit, dans la Note précédente, à l'occasion des oxydes d'aluminium et de chrome; c'est-à-dire que le gallium est précipité soit par le prussiate jaune de potasse dans une solution chlorhydrique très acide, soit par entraînement, au moyen des sulfures métalliques, parmi lesquels le plus recommandable est celui d'arsenic.

» *Séparation d'avec les oxydes de cérium, lanthane, didyme, samarium, yttrium, erbium, holmium et thulium.* — Les trois méthodes que j'ai reconnues être applicables reposent sur l'emploi de la potasse caustique, du prussiate de potasse et du sulfure d'arsenic.

» La précipitation des terres insolubles dans la potasse doit s'opérer à chaud, en ayant soin d'ajouter un excès assez notable du réactif; après

---

[1] *Comptes rendus*, mai 1882, p. 1227.

quelques minutes d'ébullition, on filtre et on lave aussi complètement que possible. Il reste des traces notables de galline dans le dépôt d'oxydes; on le reprend donc par l'acide chlorhydrique et on renouvelle l'action de la potasse bouillante : trois opérations ou quatre au plus suffisent ordinairement pour éliminer les dernières traces de galline. Les diverses liqueurs alcalines sont réunies, légèrement sursaturées par l'acide chlorhydrique, concentrées à petit volume, enfin longuement ébullitionnées après sursaturation ammoniacale. Pour plus d'exactitude, on peut séparer la galline de la masse des sels alcalins au moyen de l'hydrate cuivrique. La quantité de Ce^2O^3 (et autres terres analogues) dissoute par la potasse est fort petite, et le plus souvent négligeable; si cependant on voulait y avoir égard, il faudrait sursaturer les liqueurs alcalines par l'acide chlorhydrique, concentrer à petit volume, et traiter à chaud par un petit excès de potasse; les traces Ce^2O^3, etc., ainsi recueillies, seraient ajoutées à la masse principale des mêmes terres. L'ébullition prolongée d'une solution ammoniacale ne précipite qu'imparfaitement les terres Ce^2O^3, La^2O^3, Er^2O^3, etc.; on pourrait donc en trouver des traces dans la liqueur filtrée aussi bien que dans le précipité de galline. L'hydrate cuivrique ne précipite aussi qu'une partie des terres de la cérite et de la samarskite.

» En présence des sels des métaux qui nous occupent, le gallium est facilement isolé par le cyanoferrure jaune de potassium, en opérant, comme à l'ordinaire, sur des liquides chlorhydriques très acides. Dans ces conditions, les cyanoferrures des terres de la cérite et de la samarskite restent en solution. Je ferai observer ici que le cyanoferrure de gallium, étant volumineux et gélatineux, exige des lavages soignés pour être complètement débarrassé d'eau mère; le mieux est de le laver d'abord deux fois sur le filtre à l'eau très acide, puis de le bien malaxer, en même temps que le papier de son filtre, dans l'eau acide; on laisse le tout digérer pendant quelques heures, en agitant fréquemment; enfin on filtre et on lave à la façon ordinaire, toujours avec de l'eau très acide.

» L'entraînement du gallium par le sulfure d'arsenic s'applique surtout à la recherche de traces de Ga^2O^3 perdues au milieu de beaucoup de sels terreux; il s'effectue, ainsi qu'il a été dit dans la Note précédente, en faisant passer de l'hydrogène sulfuré dans la liqueur préalablement additionnée d'acide arsénieux et d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque.

Séparation d'avec le fer. — Elle peut s'opérer au moyen de la potasse caustique bouillante qui précipite le peroxyde de fer et retient la galline. L'oxyde ferrique entraîne une quantité non négligeable de gallium; il est

donc nécessaire de le redissoudre dans l'acide chlorhydrique et de le précipiter de nouveau par la potasse. Généralement, il suffit de quatre ou cinq opérations pour ne laisser, dans l'oxyde de fer, que des traces insignifiantes de galline. Les liqueurs potassiques sont réunies, concentrées, filtrées afin de recueillir le Fe^2O^3 déposé, sursaturées d'abord par l'acide chlorhydrique, puis par l'ammoniaque, et longuement bouillies. Si l'on a affaire à de faibles quantités de gallium disséminées au milieu de masses considérables de sels potassiques, il vaut mieux précipiter Ga^2O^3 par l'hydrate cuivrique. La quantité de Fe^2O^3 dissoute par la potasse est très faible; cependant, si l'on a employé de grandes masses de liqueur alcaline, il est bon de reprendre par l'acide chlorhydrique la galline obtenue, et de la traiter de nouveau par la potasse bouillante, qui sépare ainsi un peu d'oxyde ferrique.

» La séparation du fer réussit bien en réduisant à chaud le sel ferrique par le cuivre métallique et additionnant la liqueur d'un petit excès de protoxyde de cuivre. La peroxydation d'un peu de fer étant inévitable pendant la filtration, le dépôt doit être repris par l'acide chlorhydrique, et la même opération répétée jusqu'à ce qu'il ne reste plus, avec la galline, qu'une très petite quantité d'oxyde ferrique, ce qu'on obtient généralement en trois ou quatre fois.

» La dernière solution chlorhydrique, fortement acide, est traitée par l'hydrogène sulfuré, filtrée et concentrée; le reste du fer est éliminé par deux ou trois traitements à la potasse bouillante.

» On choisit, suivant les cas, entre les deux procédés qui viennent d'être indiqués. Avec peu de fer et beaucoup de gallium, l'action de la potasse est recommandable; mais, quand le fer est abondant, l'opération devient pénible, les lavages de grandes quantités de Fe^2Cl^6 présentant des difficultés; dans ce cas, il vaut mieux commencer par trois ou quatre traitements au cuivre et protoxyde de cuivre; la petite quantité de fer restante s'élimine par la potasse. J'ai réussi, de cette façon, la séparation, sans perte appréciable, de $0^{gr},001$ de gallium noyé dans le Fe^2Cl^6 provenant de la dissolution par HCl de 300^{gr} de clous ordinaires, soit $\frac{1}{3000000}$ de gallium dans le fer. L'emploi de la potasse seule aurait bien difficilement conduit à un pareil résultat.

» *Séparation d'avec la thorine.* — La solution chlorhydrique bouillante est traitée par un excès de potasse aussi exempte que possible de carbonate; il ne reste pas de quantités appréciables de thorine dans la liqueur alcaline, mais des traces de galline sont entraînées dans l'oxyde insoluble, lequel

doit donc être repris par l'acide chlorhydrique et reprécipité par la potasse. Deux ou trois traitements suffisent.

» Le prussiate jaune de potasse sépare très bien Ga de Th dans une liqueur chlorhydrique très acide ($\frac{1}{3}$HCl concentré). Si le précipité a été soigneusement lavé, il ne retient pas de thorium.

» Des traces de galline mélangées avec beaucoup de thorine peuvent être recueillies en sursaturant la liqueur par l'acétate acide ammoniaque, ajoutant de l'acide arsénieux et faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré. Le lavage parfait de grandes quantités de sulfure d'arsenic étant assez difficile, on retrouve parfois des traces de thorine dans la galline obtenue; il est facile de les en séparer par la potasse bouillante. »

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Du cycle du raisonnement. Son emploi pour formuler et valider les hypothèses et les propositions fondamentales de toute science. — Application à la Mécanique.* Note de M. A. LEDIEU. (Extrait.)

« 1. Il est un procédé logique dont on fait un usage journalier dans les sciences en général, et cela d'une façon plus ou moins tacite et inconsciente, suivant l'espèce de l'étude en vue.

» Ce procédé, que nous appelons *le cycle du raisonnement,* nous a paru utile à développer. Il permet seul de justifier rationnellement les hypothèses et les lois fondamentales d'une science quelconque, voire même de prouver, pour quelques-unes de ces hypothèses ou lois, leur probabilité logiquement irréfutable d'après les connaissances humaines du moment.

» Il sert aussi à l'établissement de toute proposition primordiale. Enfin son emploi est indispensable pour la recherche de la solution des problèmes ou, plus généralement, des questions d'une nature quelconque, quand on ne veut pas partir d'un résultat présumé : sans quoi, comme dans les problèmes de Géométrie résolus synthétiquement, on est manifestement ramené à la démonstration d'une proposition soit primordiale, soit secondaire.

» Les sciences abstraites, ou du moins réputées telles, comme les Mathématiques, sont pareillement tributaires du cycle du raisonnement; car, de l'avis des plus illustres géomètres modernes, les points de départ de ces sciences, y compris l'Algèbre, sont d'ordre expressément concret, et, par suite, relèvent de l'observation et de l'expérimentation au même titre que tout phénomène physique proprement dit ou autre.

» En tout état de cause, nous rappellerons d'abord que l'observation

s'entend de l'examen comparatif du phénomène considéré, tel qu'il se présente à nous, et que l'expérimentation consiste à modifier systématiquement les phases de ce phénomène, si on le peut.

» Ceci posé, le cycle du raisonnement comporte les quatre opérations suivantes : 1° observation et, au besoin, expérimentation *a priori;* 2° induction; 3° déduction; 4° expérimentation et, au moins, observation *a posteriori.*

» 2. Une hypothèse ou une loi fondamentale est plus ou moins rationnelle quand, en la soumettant au cycle du raisonnement, on arrive à fermer plus ou moins ce cycle. Elle ne saurait devenir une probabilité irréfutable qu'autant qu'elle se prête à cette fermeture avec toutes les combinaisons que la déduction révèle, pour les phases à étudier dans l'expérimentation ou l'observation *a posteriori.*

» De leur côté, les propositions fondamentales et les solutions de question doivent nécessairement se prêter à la fermeture complète et multiple du cycle du raisonnement.

» Dans l'ordre d'idées que nous venons d'esquisser, le rôle du syllogisme, complet ou tronqué, consiste à aider, au besoin, dans l'opération déductive précitée, et, dans tous les cas, à établir des concluantes (hypothèses, lois ou propositions) à l'aide de prémisses déduites du cycle du raisonnement, ou, de proche en proche, de syllogismes antérieurs. Ces concluantes peuvent du reste, selon les circonstances, être soumises à l'épreuve de l'expérimentation ou de l'observation *a posteriori.*

» 3. En Mécanique rationnelle, les hypothèses fondamentales satisfont complètement au cycle du raisonnement; il en est de même actuellement pour la Chimie atomique.

» Ainsi, on peut, en particulier, se convaincre que les actions à distance ou forces actives, dites *centrales* d'après les suppositions ayant cours pour leurs lois de direction et d'intensité, aussi bien que les *forces d'inertie,* sont des entités de fait et primordiales, de même du reste que les atomes d'où elles émanent ou qui les révèlent. Toutefois, cette nouvelle manière d'envisager les forces d'inertie oblige à étendre la définition de la force, et d'appeler ainsi toute cause de modification de l'état cinétique d'un corps, ou de résistance à cette modification.

» Il importe encore, à ce propos, de faire l'importante remarque que voici : Dans la Mécanique moderne, les idées *d'actuel* et *de potentiel* ont une signification importante et très légitime. Il est tout à fait logique de les appliquer aux forces en général, telles que nous venons de les classer.

A cet effet, nous considérerons les forces actives comme des *forces actuelles*, et les forces d'inertie comme des *forces potentielles*, en bien remarquant d'ailleurs que ces expressions n'impliquent aucune corrélation nécessaire entre lesdites forces et les énergies de même nom.

» En tous cas, les deux espèces de forces en question, regardées les unes comme *émises*, les autres comme *révélées* par un même atome, possèdent une *constante dynamique* commune, qui est la *masse* de l'atome considéré. Cette constante est caractéristique de l'espèce de celui-ci, et entre comme facteur fixe dans les expressions des intensités variables ou non desdites forces.

» Les trois premières opérations du cycle du raisonnement s'appliquent sans conteste à la preuve des assertions qui nous occupent. La quatrième opération, ou la fermeture du cycle, résulte des innombrables prédictions de la Mécanique céleste et des récents progrès de la Dynamique analytique, qui permet, aujourd'hui, de prévoir mathématiquement le jeu de certains appareils mécaniques très délicats [1].

» 4. Afin d'insister davantage sur la question capitale que nous examinons, nous ferons remarquer que, parmi les diverses manières bien connues de fermer le cycle du raisonnement pour établir la réalité de la rotation de la Terre, la plus topique, celle qui repose sur le pendule de Foucault et les autres instruments du même genre, n'a de valeur qu'autant qu'on accepte la probabilité irréfutable des hypothèses fondamentales de la Dynamique, et, en particulier, la réalité objective des forces sus-spécifiées.

» Il demeure bien entendu qu'en affirmant cette réalité, au même titre que toutes les autres vérités physiques réputées les mieux établies, nous n'en déclarons pas moins notre ignorance absolue de *l'essence* de chaque entité en vue : atomes et forces inhérentes, dont l'indissoluble union constitue chaque sorte de substance, les accidents de celle-ci résultant au surplus des vibrations atomiques jointes aux oscillations moléculaires.

» Ces réserves faites, il nous reste à dire qu'à l'encontre des actions à distance, les actions au *contact*, dont les partisans sont encore si nombreux, échappent au cycle du raisonnement. A la rigueur, elles se prêtent à l'ouverture du cycle; mais elles se trouvent absolument réfractaires à sa fermeture : toutes les tentatives de l'espèce se sont montrées incapables de fournir aucun résultat mathématique sérieux, et n'ont

---

(1) *Voir* la livraison d'avril de la *Revue des questions scientifiques de Bruxelles*, article de M. Gilbert, le savant professeur à l'Université de Louvain.

abouti qu'à des insuccès. Sans compter que les auteurs de ces tentatives ont commis l'incroyable cercle vicieux de s'appuyer sur la théorie délicate et d'ordinaire mal comprise des *chocs*, qui suppose implicitement, mais expressément, des actions à distance.

» 5. L'existence des points physiques ou centres de force est intimement liée à la réalité des forces primordiales à distance.

» Il y a une école qui rejette radicalement cette existence, sous prétexte que ce qui n'a pas de dimensions ne saurait exister. Cependant la position dans l'espace est la seule condition nécessaire et suffisante de l'existence d'une chose.

» Qu'on y réfléchisse bien, l'idée *objective* du point physique sous l'impression tant à la vue qu'au toucher des extrémités des arêtes des corps précède dans notre esprit l'idée *abstraite* du point géométrique, qui, lui seul, devient ainsi un pur être de raison, n'impliquant plus aucune idée dynamique concomitante. Cette manière de voir se trouve l'inverse de ce qu'un premier examen superficiel porte à croire, en faisant confondre systématiquement ces deux sortes de points.

» La réalité objective des points physiques conduit à considérer ces points comme constituant les atomes des chimistes, et cela pour la raison capitale qu'on ne saurait assigner aucune dimension limite comme condition de l'existence d'un atome. Il importe enfin d'insister sur ce que la notion de masse n'a rien à voir avec l'idée d'étendue ou d'inétendue des atomes; car, comme nous l'avons dit plus haut, la masse est une simple constante dynamique.

» 6. Quant à l'objection qu'un point physique ne saurait être qu'*immatériel*, nous répondrons ceci : La matière est ce qui affecte nos sens d'une manière fatale, c'est-à-dire ne dépendant que de la nature et de l'état de la substance actionnante, ainsi que de sa distance à l'organe affecté. Or, en étudiant de près les phénomènes de sensation, on reconnaît qu'ils sont exclusivement d'ordre dynamique. Ainsi, en particulier, toute vision élémentaire est occasionnée par l'action d'un atome d'éther, qui, dans ses vibrations, se rapproche plus ou moins, et suivant une direction variable, des atomes constituant les cellules superficielles d'un bâtonnet. Les vibrations elles-mêmes ne servent ici qu'à donner à la force émanant de l'atome d'éther des directions et des intensités dont les variations sont appelées à modifier la modalité physico-chimique desdites cellules, de la façon voulue pour que, de proche en proche, le phénomène se transmette au sensorium définitif. Il n'importe donc en rien, pour le phénomène perçu,

que la force précitée émane d'un atome étendu ou inétendu, pourvu que cette émanation soit sans cesse réglée comme intensité et comme direction par la position de cet atome.

» Les explications précédentes sont applicables à tout autre sens qu'à celui de la vue, sauf que les atomes actionnants sont principalement alors des atomes pondérables, dont la matérialité n'a d'ailleurs avec celle des atomes d'éther qu'une certaine différence d'ordre purement dynamique, comme nous le montrerons dans une étude sur la nature de l'électricité. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bouquet de la Grye, *intitulé « Etude sur les ondes à longue période dans les phénomènes des marées ».*

(Commissaires : MM. Pâris, Yvon Villarceau, Mangon, Cornu; d'Abbadie et Tisserand, rapporteurs).

« Après avoir publié sa théorie des marées d'après les attractions du Soleil et de la Lune, dont les seules influences étaient admises jusqu'alors, Laplace provoqua, en 1807, des observations à Brest, où les marins ne tardèrent pas à voir qu'on était loin d'avoir épuisé la matière. Pendant plusieurs années le monde savant hésita à adopter leur opinion, et, en 1836, Savary demandait des informations sur la manière dont les hauteurs de marées étaient notées par un employé subalterne présumé insouciant. En 1822 Laplace disposait de 6000 observations et il trouvait ce nombre prodigieux.

» Appelé par ses fonctions à discuter de pareilles questions, un ingénieur hydrographe pouvait mieux qu'un autre mettre fin à ces doutes, et Daussy, qui avait constaté à Brest la grande valeur des séries de marées mesurées, vint, en 1834, préciser l'influence de la pression atmosphérique et donner la mesure de la correction correspondante. Un autre ingénieur hydrographe, Chazallon, ajouta notablement à l'exactitude des données, en amenant l'eau à enregistrer sa propre hauteur et en parant ainsi aux oublis ou erreurs possibles des observateurs.

» C'est en 1846 que le marégraphe fut installé à Brest et, à partir de cette date, on en établit successivement à Cherbourg, au Havre, à Saint-Malo, Saint-Nazaire, La Rochelle, Rochefort, au fort Boyard et au Socoa. Enfin, en 1881, le service des Ponts et Chaussées en a placé un à Marseille, pour

étudier les marées de la Méditerranée, qu'on s'était trop hâté de regarder comme insignifiantes.

» Un troisième ingénieur hydrographe, M. Bouquet de la Grye, est venu enfin préciser davantage l'influence du baromètre et mesurer en outre celle du vent. Parmi les causes secondaires dont il faudra tenir compte, il indique aussi la température de l'eau de mer et son degré de salure, c'est-à-dire sa densité. Ces deux causes font varier sa pesanteur et par conséquent la hauteur de la marée, mais on ne saurait dire, quant à présent, jusqu'à quel point elles pourront se dégager des résultats, car on manque de mesures réelles pour en apprécier la valeur.

» Comme les nivellements de Bourdaloue sur terre, ceux de la mer sont faits jusqu'ici au centimètre seulement; mais le grand nombre d'observations accumulées permet de compter sur le millimètre, en attendant que les courbes automatiques obtenues aujourd'hui parviennent à ce dernier degré d'exactitude. Les appareils enregistreurs ont besoin du temps pour prendre leur assiette définitive et, leurs derniers résultats étant ainsi les meilleurs, M. Bouquet de la Grye a choisi pour sujet de ses recherches les quatre années 1873 à 1876. Il a comparé ainsi plus de 140000 résultats, ou plus de vingt fois autant que ceux dont Laplace disposait, car la courbe donnée par l'instrument est traduite en chiffres pour chaque quart d'heure. La grandeur du diviseur qui sert à former les moyennes rend légitimes les déductions qu'on en tire.

» Dans le Mémoire actuel, l'auteur a cherché à déterminer les ondes à longue période qui avaient été moins étudiées par Laplace. Cet immortel analyste s'était arrêté au deuxième terme de sa série : l'auteur actuel a poussé les développements jusqu'au deuxième terme pour une fonction, au douzième pour une autre, et jusqu'au vingt-quatrième pour la plus importante, puis il en a ajouté qui dépendent à la fois de la distance des deux astres à la Terre, de leur déclinaison et de l'angle qu'ils comprennent. Les deux cent vingt-quatre termes ainsi obtenus ont été réduits empiriquement à quarante et un par des considérations qui paraissent pleinement justifiées, et, comme il s'agissait de vingt-deux séries de phénomènes, l'auteur a dû résoudre plus de trente mille équations servant à déterminer près de sept cents coefficients. Dès les premiers calculs, il a été évident que la correction barométrique ne pouvait pas être représentée par une équation du premier degré, car elle varie selon l'époque de l'année. Ce résultat inattendu ressort nettement de tout le travail.

» Comme M. Bouquet de la Grye avait un nombre énorme d'équations

à résoudre, et que les inconnues qui y figuraient étaient elles-mêmes très nombreuses, il ne pouvait songer à employer la méthode des moindres carrés, qui aurait donné lieu à des calculs fastidieux ; la méthode de Cauchy, tout en étant beaucoup plus rapide, aurait encore été d'un emploi très pénible. L'auteur a cherché à simplifier cette dernière méthode, tout en en suivant l'esprit; il y est arrivé en groupant les équations de manière que, dans chaque groupe, chacune des inconnues soit successivement prépondérante; il prend la moyenne arithmétique de chacun de ces groupes d'équations et obtient ainsi un nombre restreint d'équations finales, d'où il dégage aisément les valeurs des inconnues, en obtenant pour chacune d'elles un coefficient maximum.

» Il a cherché à comparer la précision ainsi obtenue à celle à laquelle il serait arrivé en suivant la méihode de Cauchy; considérant en particulier le cas de deux inconnues m et n, devant vérifier un grand nombre d'équations de la forme

$$(a) \qquad y = mx + n,$$

dans laquelle y prend les valeurs y_1, y_2, ..., et x les valeurs x_1, x_2, ... En suivant son procédé, M. Bouquet de la Grye partage les équations en deux groupes (1) et (2), contenant un nombre égal d'équations; dans le groupe (1), les valeurs absolues de x sont toutes supérieures aux valeurs absolues de x dans (2).

» Il prend la moyenne arithmétique des équations (1) et en retranche la moyenne arithmétique des équations (2); n disparaît, et il trouve ainsi une certaine valeur de m. Il s'agit de comparer cette valeur à celle obtenue par la méthode de Cauchy.

» Pour y arriver, l'auteur suppose que, dans les équations (a), les diverses valeurs de x soient les termes successifs d'une même progression arithmétique, condition qui sera souvent remplie d'une manière approchée. Il trouve alors une identité absolue entre les valeurs de m fournies par les deux méthodes.

» Cette partie du travail de M. Bouquet de la Grye nous paraît avoir été traitée avec beaucoup de discernement.

» Nous ferons remarquer que, dans sa *Théorie du mouvement du Soleil,* Le Verrier avait employé des groupements d'équations analogues, de manière à isoler successivement chaque inconnue, ou du moins à rendre son influence prépondérante.

» L'influence du vent sur la hauteur de la marée a été étudiée par

M. Bouquet de la Grye, tant selon sa direction que par rapport à sa vitesse. Il en résulte ce fait curieux qu'à Brest la plus grande surélévation des eaux ne vient pas des vents de la partie ouest, mais bien de ceux du sud. Pour expliquer ce fait, l'auteur offre deux hypothèses qu'il serait intéressant, mais difficile, de vérifier par l'expérience.

» En discutant les observations, il signale un maximum secondaire de hauteur dans la marée quand la Lune est par 7° de déclinaison nord. Ce résultat paraîtrait douteux s'il n'avait trouvé un maximum de même ordre dans les hauteurs barométriques. Nous le répétons, ce résultat provient des formules empiriques et non de la théorie qui aura à s'en occuper plus tard, en ajoutant à ses données actuelles celles du vent, du baromètre, de l'âge de la Lune, de la température des eaux et de leur degré de salure déterminée par la mesure des densités, peut-être, enfin, de quelques autres facteurs qui restent à découvrir.

» La considération de la densité de l'eau appartient à M. Bouquet de la Grye. Elle explique, dans la très majeure partie de ses détails, le fait imprévu, annoncé par Bourdaloue, d'après ses nivellements à travers la France, que le niveau moyen de l'Océan à Brest est plus élevé de $1^m,02$ que celui de la Méditerranée à Marseille. En remontant aux contrées arctiques, l'auteur nous rappelle que la fonte des glaces, composées pour la plupart d'eaux douces, doit modifier, selon les saisons, la salure des eaux, et pour une part bien plus grande que ne peuvent le faire des ondées locales ou des pluies lointaines qui se manifestent par des crues ou des inondations. Si l'on ne peut pas mesurer chaque année la quantité de glaces polaires formées d'abord et ensuite fondues, on peut estimer leur influence par voie de résidu en éliminant des résultats et la quantité de pluie tombée sur place et l'eau douce des rivières voisines dont les régimes seraient donnés par des mesures fréquentes de leurs débits.

» Le résultat final de notre auteur mérite l'attention des savants. Au lieu de prendre pour niveau moyen de la mer le quart des hauteurs de deux flots et de deux jusants consécutifs, comme on le fait ordinairement, il a calculé d'année en année ce niveau en le dégageant de l'erreur instrumentale, de l'influence du baromètre et du vent, ainsi que de l'onde lunaire mensuelle, dont les termes ne s'évanouissent pas dans les simples moyennes annuelles. Ce long travail a mis en évidence le fait important que, pendant les années 1834 à 1878, le niveau moyen de l'Océan a baissé ou que le sol de Brest s'est élevé. Trouvé par voie de résidu, ce fait subsiste même en attribuant une large part aux variations de la température et de la salure

des eaux, car les corrections qui résultent de ces dernières influences doivent changer de signe dans le cours de chaque année et, par conséquent, s'éliminer en majeure partie. Pour résumer les données obtenues, et en adoptant, faute de mieux, la supposition commune que le mouvement de surélévation relative du sol, bien établi d'ailleurs, est strictement proportionnel au temps, notre auteur a trouvé que, depuis 1834 et pendant les quarante années suivantes, cette hausse a été de 1^{mm} par an. Il eût été à désirer qu'on pût opérer sur un siècle au moins, mais le repère de 1711-1716 a péri, et celui qui a été précisé par Lalande à la date de 1775 a été détruit quand on dut procéder à l'allongement d'un bassin de radoub. Pour éviter un pareil désagrément dans l'avenir, votre Commission désire que le zéro du marégraphe actuel soit lié solidement aux repères présumés les plus invariables dans les environs, par au moins dix nivellements en éventail et aboutissant à des repères présumés les plus invariables, rayonnant selon diverses directions. Votre Commission émet également le vœu qu'à chaque indication de tout marégraphe on ajoute dorénavant la notation du degré de salure des eaux, de leur température et de la hauteur du baromètre enregistrée automatiquement.

» Les observations de marées vont en s'accumulant avec le temps; leurs réductions complètes sont si longues qu'elles ont rebuté des savants d'élite, comme Savary et Daussy. M. Bouquet de la Grye ayant eu le courage de les mener à fin jusqu'en 1878, votre Commission vous propose de publier son travail dans le *Recueil des Mémoires des savants étrangers*, car elle est désireuse de parfaire le projet de Laplace qui voulait fonder sur l'observation une théorie définitive des marées. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées. L'Académie décide en outre que le Rapport sera adressé à M. le Ministre de la Marine.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Mesure du volume de sang contenu dans l'organisme d'un Mammifère vivant.* Mémoire de MM. Gréhant et E. Quinquaud, présenté par M. Marey. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi au concours de Médecine et Chirurgie.)

« Les procédés employés jusqu'ici pour apprécier le volume total du sang ne sont point suffisamment exacts pour des mesures rigoureuses ap-

plicables à la Physiologie et à la Pathologie; nous avons cherché à établir et à vérifier une méthode, dont le principe, indiqué par Gréhant, permet d'évaluer ce volume avec une grande précision.

» Le procédé repose sur la propriété, bien établie par l'illustre Cl. Bernard, que possède l'oxyde de carbone de donner une hémoglobine oxycarbonée, combinaison plus fixe que l'hémoglobine oxygénée : l'oxyde de carbone se substituant à l'oxygène volume à volume.

» Pour obtenir le volume total du sang, il suffit de faire respirer à l'animal une certaine quantité de gaz contenant des proportions d'oxyde de carbone bien déterminées, afin d'apprécier, après un quart d'heure par exemple, le volume de CO restant, ce qui donne le *volume* de CO fixé par la masse du sang. D'un autre côté, on détermine, par l'analyse des gaz du liquide sanguin, le volume de CO fixé par un volume donné de sang; on arrive à ce résultat en évaluant la capacité respiratoire de deux échantillons de sang, l'un pris avant l'empoisonnement et l'autre après; connaissant, d'une part, le volume d'oxyde de carbone fixé et, d'autre part, le volume de ce gaz qui a été absorbé par 100^{cc} de sang, on obtient par une simple proportion le volume de sang cherché.

» On arrive à ce résultat en effectuant plusieurs opérations successives :

» *a*. On prend dans un vaisseau un premier échantillon de sang normal, 30^{cc} par exemple, que l'on défibrine dans un flacon numéroté.

» *b*. Dans une cloche graduée et fermée à l'aide d'un robinet à trois voies, on compose un mélange de 5^{lit} d'oxygène, de 1^{lit} d'hydrogène et d'autant de fois 100^{cc} d'oxyde de carbone pur que le poids de l'animal renferme $7^{kg},300$: un grand nombre d'expériences nous ont déterminés à prendre ces proportions non mortelles. Il est préférable de faire circuler ce mélange à travers les poumons, en opérant comme nous l'avons fait pour la respiration.

» *c*. Sur la tête de l'animal on fixe une muselière en caoutchouc, laquelle est reliée à la grande cloche : nous avons fait durer la respiration du mélange gazeux de 9 minutes à 18 minutes.

» *d*. Dans la dernière minute, on prend dans le même vaisseau un second échantillon de sang partiellement intoxiqué et on le défibrine dans un flacon numéroté.

» *e*. On mesure le volume du gaz restant dans la cloche; il suffit d'en prendre 100^{cc}, d'absorber l'acide carbonique par la potasse, de soumettre une quantité déterminée à l'analyse eudiométrique : par le calcul on a le volume du gaz qui reste dans la cloche et dans les poumons.

» *f*. 1^{lit} de gaz expiré et additionné de 3^{lit} d'air est introduit dans un ballon de caoutchouc. Ce mélange gazeux traverse : 1° une série de barboteurs à potasse et à eau de baryte qui le dépouillent de l'acide carbonique; 2° un long tube en verre de Bohême renfermant de la tournure de cuivre chauffée au rouge; 3° un second tube contenant de l'eau de baryte qui absorbe l'acide carbonique provenant de la combustion de l'oxyde de carbone; le car-

bonate de baryte est décomposé, par un acide, dans le vide; l'acide carbonique est retiré à l'aide de la pompe à mercure. Ce volume de CO^2 correspond à un volume égal de CO.

» *g*. On détermine le pouvoir absorbant de deux échantillons de sang, l'un pris avant l'intoxication, l'autre après; le second absorbe beaucoup moins d'oxygène que le premier; la différence indique exactement le volume d'oxyde de carbone qui a été fixé; on le rapporte à 100^{cc} de sang.

» Le volume total d'oxyde de carbone pur fixé étant connu, ainsi que le volume de ce gaz absorbé par 100^{cc} de sang, une simple proportion permet d'obtenir le volume total cherché.

» Pour fixer les idées, supposons que 100^{cc} de sang aient absorbé 8^{cc} d'oxyde de carbone, et que 64^{cc} de CO aient formé de l'hémoglobine oxycarbonée, nous aurons la proportion suivante :

$$\frac{100}{8} = \frac{x}{64}, \quad \text{d'où} \quad x = 800^{cc} \text{ de sang.}$$

» Si nous comparons ce volume au poids de l'animal, qui dans cet exemple était de $10^{kg},150$, nous obtenons

$$\frac{800}{10,150} = \frac{1}{y}, \quad \text{d'où} \quad y = 12,7.$$

Le poids total du sang est compris entre $\frac{1}{12}$ et $\frac{1}{13}$ du poids du corps.

» Voici un tableau montrant que, à l'état physiologique, la masse totale du sang, par rapport au poids de l'animal, ne présente pas de grandes variations :

Poids des chiens.	Oxyde de carbone pur employé.	Oxyde de carbone retrouvé.	Durée de l'expérience.	Capacité respiratoire du 1er sang.	Capacité respiratoire du 2e sang.	Volume de sang.	Proportion par rapport au poids du corps.
kg	cc	cc	m			cc	
10,150	142	78	13	18,1	10,1	800	$\frac{1}{12,7}$
16,200	217,7	17,2	9	29,9	14,25	1172	$\frac{1}{13,8}$
20,600	282,3	58,8	10	21,1	9,1	1860	$\frac{1}{11}$
20,470	277,5	51,2	10	25,6	12,06	1671	$\frac{1}{12}$
22,770	310,8	44,1	8	23,5	9,0	1839	$\frac{1}{12,4}$
17,500	239,5	34,8	9.30s	23,1	7,7	1329	$\frac{1}{13}$
17,870	244,7	25,3	10	27,6	14,2	1637	$\frac{1}{11}$
16,970	223,9	27,4	16	27,5	13,1	1364	$\frac{1}{12,4}$
26,320	360,0	38,6	10	25,6	10,9	2178	$\frac{1}{12}$

» *Vérification expérimentale du procédé.* — Des recherches nombreuses nous ont démontré : 1° que, dans du sang pris dans n'importe quel endroit

du torrent circulatoire, le même volume de sang absorbe le même volume d'oxyde de carbone; 2° qu'après avoir déterminé le volume normal de sang, si l'on soustrait par hémorrhagie une quantité mesurée, on trouve un volume de sang moindre, et la différence est à peu près égale au volume enlevé par hémorrhagie : cette dernière épreuve de la méthode suffit à démontrer sa grande exactitude ([1]). »

VITICULTURE. — *Observations pour servir à l'étude du Phylloxera.* Lettre de M. **Boiteau** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans ma Communication du mois de novembre dernier sur le Phylloxera, je vous annonçais que les insectes ailés avaient été extrêmement rares, à la suite de la sécheresse persistante des mois de juillet, août et septembre. J'en tirais comme conclusion que cette année les galles seraient peu nombreuses dans notre région, par suite du manque à peu près absolu d'œufs d'hiver. Je viens de vérifier mes foyers les plus intenses, qui sont surtout composés de Taylor et de Jacquez, et il ne m'a été possible de constater qu'une seule galle initiale, alors que dans une année ordinaire on en trouve une grande quantité. L'influence de la température, quand elle est favorable, joue nécessairement un grand rôle dans l'apparition des nymphes, et cela m'a encore été démontré par ce que j'ai pu observer dans un terrain bas et humide. Il y a deux ans, j'avais remplacé, dans une pièce qui se trouve dans les conditions que je viens d'indiquer, des pieds français morts par des plants de Taylor. Cette année, j'ai constaté que la plupart d'entre eux avaient des galles initiales dans les proportions ordinaires.

» Les observations de M. Balbiani ne viennent, par conséquent, nullement infirmer les déductions que j'avais tirées des observations des années 1880 et 1881, et il est certain que la proportion des ailés a été très réduite pendant ces deux années, dans les contrées où la température a été ou très humide ou très sèche. Les souches de Riparia, qui lui ont été envoyées par M. Marès, pourraient bien avoir été prises dans un terrain relativement humide pour la contrée méridionale, et se trouver dans des conditions qui favorisent le développement de la nymphe (*Comptes rendus*,

---

([1]) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de M. le professeur Rouget.

10 avril 1882). Les observations et les Communications de M. Valéry-Mayet sont concordantes avec les miennes, ce qui démontre que l'influence des milieux joue un grand rôle dans cette production.

» Sans être aussi affirmatif que l'a été M. Balbiani dans sa Communication sur la dégénérescence du Phylloxera, quand on détruit les œufs d'hiver qui se trouvent sur les souches, je crois qu'il y a lieu de reprendre et de poursuivre cette destruction par un ou plusieurs moyens, et de voir ce que deviendront les insectes des racines après l'emploi de ce traitement appliqué pendant quatre ou cinq ans. Si réellement l'insecte ne se régénère que par des œufs déposés exclusivement à l'extérieur, et que la parthénogénésie ne soit pas illimitée, ce qui est peu probable, on arrivera nécessairement à un bon résultat. Ces expériences ne peuvent guère être entreprises, comme il a été conseillé du reste, que sur des vignes américaines; mais, pour en obtenir des effets certains, il faut qu'elles soient assez éloignées des vignobles voisins, afin d'éviter la contagion par des insectes régénérés et en émigration à la surface du sol.

» Au moment actuel, j'ai obtenu la première ponte de la deuxième année des générations provenant de l'œuf d'hiver. Les insectes de cette génération sont fixés, et dans quelques jours j'aurai la deuxième génération de la seconde année. Les insectes de la première génération de la deuxième année ont commencé à pondre, dans mes flacons, le 14 avril. Le nombre d'œufs, comptés sur une femelle, a été, en vingt-huit jours, temps qu'elle a vécu, de 81. L'éclosion des premiers œufs pondus est arrivée après vingt-deux jours.

» Les vignobles traités depuis plusieurs années se présentent bien, et ceux qui ont reçu des engrais en quantité suffisante sont dans des conditions normales. Il y a tout lieu d'espérer que ceux qui persisteront dans les traitements faits dans de bonnes conditions, avec addition de fumures convenables, verront leurs efforts aboutir et couvriront largement les avances qu'ils auront faites.

» Je ne saurais trop insister, et je dois y revenir de temps en temps, au risque de me répéter très souvent, sur les effets funestes des vapeurs très concentrées du sulfure de carbone, alors que les injections sont trop rapprochées des racines principales. Il faut toujours se tenir en garde contre des accidents qui peuvent être fortement aggravés par la nature du sol et par une humidité excessive. Le remède est bon, il a fait ses preuves, mais il faut toujours rester dans les limites des doses que j'ai indiquées et ne pas trop se départir du mode de distribution que j'ai fait connaître. »

M. P. **Launette** soumet au jugement de l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à la pêche de la sardine.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme expire le 1er juin 1882, outre les Ouvrages imprimés, mentionnés plus loin au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires suivants :

CONCOURS DALMONT.

M. **de Perrodil** : « Calculs de la résistance des voûtes, arcs ou fermes de ponts constitués par des pièces prismatiques quelconques, exception faite des pièces en arc de cercle de section constante. »

CONCOURS BORDIN (Sciences mathématiques).

Anonyme : « De l'origine de l'électricité de l'atmosphère et des causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages. » Mémoire portant pour épigraphe : *Descubri*, 243.

Anonyme : « Contribution à l'étude des orages. »

Anonyme : « Sur l'origine de l'électricité atmosphérique. » Mémoire portant pour épigraphe : *Sapienti sat*.

CONCOURS VAILLANT.

M. H. **Toussaint** : « De l'inoculation comme moyen prophylactique contre le charbon et le choléra des poules. »

CONCOURS BARBIER.

Anonyme : « La thérapeutique raisonnée des cardiopathies. »

CONCOURS MONTYON (Statistique).

M. **Bernard** : « Statistique médico-démographique de Cannes, de 1877 à 1881. »

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie).

MM. **Gréhant** et **Quinquaud** : « Mesure du volume du sang contenu dans l'organisme d'un mammifère vivant. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Deux brochures de M. *L. Drapeyron*, intitulées : « Le Congrès géographique international de Venise, en septembre 1881. La constitution de Carthage, d'après Aristote et Polybe. (Présentées par M. de Quatrefages.)

M. Demontzey, élu Correspondant dans la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une proposition relative aux équations linéaires.* Note de M. G. Darboux.

« Dans ma dernière Communication, j'ai montré comment, toutes les fois que l'on saura intégrer l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y[f(x) + m]$$

pour toutes les valeurs de la constante m, on pourra obtenir une suite illimitée d'équations, contenant de la même manière un paramètre variable, et dont l'intégration sera possible pour toutes les valeurs du paramètre. Voici la démonstration qui m'a conduit à ce résultat :

» Soit, d'une manière générale,

$$(1) \qquad y'' + Py' + Qy = 0$$

une équation linéaire du second ordre. y désignant une intégrale quelconque de cette équation, je considère l'équation linéaire qui admet pour intégrale

$$(2) \qquad u = Ay + By',$$

A et B étant des fonctions quelconques de x, et je vais d'abord chercher quelle relation il faut établir entre A et B pour que cette équation soit de la forme

$$(3) \qquad u'' + Pu' + Q_1 u = 0,$$

le coefficient de u' étant le même que celui de y' dans la première équation. Pour cela il faut évidemment que, si u_1, u_2 sont deux intégrales particulières correspondantes à deux intégrales y_1, y_2 de l'équation (1), on ait

$$u_1 u'_2 - u_2 u'_1 = C(y_1 y'_2 - y_2 y'_1),$$

C désignant une constante quelconque, que l'on peut évidemment remplacer par l'unité. On est ainsi conduit à la relation différentielle

$$A^2 + AB' - BA' - ABP + B^2 Q = 1,$$

qui doit avoir lieu entre A et B.

» La forme de cette relation permet de trouver les fonctions les plus générales qui peuvent y satisfaire. Prenons pour inconnue auxiliaire le rapport de A à B, et posons

$$A = -\lambda B.$$

Nous aurons

$$B^2 = \frac{1}{\lambda^2 + \lambda' + \lambda P + Q}.$$

Pour plus de symétrie remplaçons λ par $\frac{\theta'}{\theta}$, θ désignant une autre fonction, l'expression de u deviendra

$$u = \frac{\theta y' - y\theta'}{\sqrt{\theta(\theta'' + P\theta' + Q\theta)}},$$

ou plus simplement

$$(4) \qquad u = \frac{\theta y' - y\theta'}{H},$$

en posant

$$(5) \qquad H = \sqrt{\theta(\theta'' + P\theta' + Q\theta)}.$$

» Cela posé, il est très aisé de former l'équation à laquelle satisfait la valeur de u, et l'on trouve ainsi

$$(6) \qquad u'' + Pu' + u\left[\frac{H^2}{\theta^2} - H\frac{d^2\frac{1}{H}}{dx^2} + H\frac{d}{dx}\left(\frac{P}{H}\right)\right] = 0.$$

On peut faire diverses applications de cette équation.

» Supposons, par exemple, que l'on sache intégrer, quelle que soit la constante m, l'équation

$$(7) \qquad y'' + Py' + (Q - mR)y = 0.$$

On aura ici

$$u = \frac{y\theta' - \theta y'}{\sqrt{\theta(\theta'' + P\theta' + Q\theta - mR}}$$

Prenons pour θ une intégrale de l'équation

$$(8) \qquad \theta'' + P\theta' + Q\theta = 0;$$

u se réduira, à une constante près, à la fonction

$$(9) \qquad u = \frac{y' - \frac{\theta'}{\theta} y}{\sqrt{R}},$$

et cette fonction satisfera à l'équation

$$(10) \qquad u'' + Pu' + u\left[-mR - \theta\sqrt{R}\frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{1}{\theta\sqrt{R}} + \theta\sqrt{R}\frac{d}{dx}\left(\frac{P}{\theta\sqrt{R}}\right)\right]\right] = 0,$$

qui contient le paramètre m de la même manière que la précédente.

» En particulier, si l'on considère l'équation

$$(11) \qquad y'' = y[f(x) + m],$$

on voit que, θ satisfaisant à l'équation

$$\theta'' = f(x)\theta,$$

la fonction

$$u = y' - \frac{\theta'}{\theta} y$$

sera une intégrale de l'équation

$$(12) \qquad u'' = u\left[m + \theta\frac{d^2\frac{1}{\theta}}{dx^2}\right]$$

toutes les fois que y satisfera à l'équation (11).

» On pourrait craindre que le procédé que nous venons d'indiquer ne conduise qu'à un nombre limité d'équations réellement distinctes. Mais il suffit de prendre un exemple numérique pour se convaincre que l'on pourra obtenir une suite indéfinie d'équations différentes. Considérons, par exemple, l'équation

$$y'' = my.$$

En employant la solution $\theta = x$, on aura l'équation

$$y'' = \left[\frac{1.2}{x^2} + m\right]y.$$

Appliquant la même methode à cette équation, en prenant maintenant $\theta = x^2$, on aura

$$y'' = \left[\frac{2.3}{x^2} + m\right] y,$$

et ainsi de suite.

» Les raisonnements précédents reposent sur ce fait que le coefficient de u dans l'équation (6) se compose de deux parties, l'une du degré zéro, l'autre du second degré par rapport à H. On peut utiliser autrement cette propriété de l'équation (6), et obtenir plusieurs théorèmes analogues au précédent. Par exemple, on peut ramener l'équation

$$y'' = mf(x)y$$

à une autre qui sera de la forme

$$y'' = [m\varphi(x) + \psi(x)]y,$$

et cela de plusieurs manières différentes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration d'un théorème relatif à la fonction* E(x). Note de M. V. **Bouniakowski**, présentée par M. Hermite.

« En désignant, suivant l'usage, par $E(x)$ le plus grand entier contenu dans x, je me propose d'établir la proposition suivante, dont j'ai donné l'énoncé dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*. Soit p un nombre premier quelconque de la forme $4n+1$, je dis qu'on aura

$$\sum_{\mu=1}^{\mu=\frac{p-5}{4}} E(\sqrt{\mu p}) = \frac{(p-1)(p-5)}{12}.$$

Pour cela, j'envisage les diverses relations

$$\mu p - u^2 - r = 0,$$

que l'on obtient ainsi que je vais l'expliquer. Supposant, en premier lieu, $\mu = 1$, je fais $u = 1, 2, 3, \ldots, E(\sqrt{p})$, ce qui donne, pour les quantités r, un premier groupe de résidus quadratiques de p. Je fais ensuite $\mu = 2$ avec $u = E(\sqrt{p}) + 1$, $E(\sqrt{p}) + 2, \ldots, E(\sqrt{2p})$, et j'en conclus un second groupe de résidus quadratiques. En continuant de la même manière jusqu'à $\mu = \frac{p-1}{4}$, on voit que, à la série des valeurs, $\mu = 1, 2, \ldots, \frac{p-1}{4}$, on fait

correspondre des groupes d'équations en nombre successivement égal à

$$E(\sqrt{p}),\quad E(\sqrt{2p})-E(\sqrt{p}),\quad E(\sqrt{3p})-E(\sqrt{2p}),\quad \ldots,$$
$$E\left(\sqrt{\frac{p-1}{4}p}\right)-E\left(\sqrt{\frac{p-5}{4}p}\right).$$

Cela étant, j'ajoute toutes ces égalités, et j'observe qu'elles contiennent trois sortes de termes : 1° différents multiples du nombre premier p (je désigne leur somme par Mp); 2° les carrés des nombres naturels de 1 à $\frac{p-1}{2}$ inclusivement, dont la somme sera représentée par C; 3° les résidus quadratiques r, dont j'exprime la somme par R. Or les expressions analytiques de M, C et R se trouvent aisément, comme on va le voir. En premier lieu, nous avons

$$M = E(\sqrt{p}) + 2[E(\sqrt{2p})-E(\sqrt{p})] + 3[E(\sqrt{3p})-E(\sqrt{2p})] + \ldots$$
$$+\frac{p-1}{4}\left[E\left(\sqrt{\frac{p-1}{4}p}\right)-E\left(\sqrt{\frac{p-5}{4}p}\right)\right],$$

et, par conséquent,

$$M = \frac{p-1}{4}E\left(\sqrt{\frac{p-1}{4}p}\right)-S,$$

si l'on fait

$$S = E(\sqrt{p}) + E(\sqrt{2p}) + E(\sqrt{3p}) + \ldots + E\left(\sqrt{\frac{p-5}{4}p}\right).$$

Les nombres C et R sont donnés ensuite par les formules

$$C = \frac{p^2-1}{24}p,$$
$$R = \frac{p-1}{4}p.$$

» On démontre, en effet, facilement qu'aucune des valeurs $1^2, 2^2, \ldots, \left(\frac{p-1}{2}\right)^2$, qui entrent dans nos équations, n'est répétée, et que les quantités r donnent tous les résidus quadratiques de p. Cela posé, la somme de nos égalités conduit à la relation

$$Mp - C - R = 0,$$

et l'on en conclut, après avoir divisé par p,

$$S = \frac{p-1}{4}E\left(\sqrt{\frac{p-1}{4}p}\right)-\frac{p^2-1}{24}-\frac{p-1}{4}.$$

Il suffit, par conséquent, de remarquer que la quantité $E\left(\sqrt{\frac{p-1}{4}p}\right)$ es égale à $\frac{p-1}{2}$, pour obtenir le théorème que j'ai voulu établir, et c'est ce qui est évident si l'on fait $p = 4n + 1$, puisque l'on a $E(\sqrt{4n^2+n}) = 2n$. Le tableau suivant donnera, pour le nombre premier $p = 41$, les relations dont j'ai fait usage dans la démonstration que je viens d'exposer :

	$E\sqrt{41\mu}$.	Nombre des équations.
$41 - 1^2 - 40 = 0$, $41 - 2^2 - 37 = 0$ $41 - 3^2 - 32 = 0$, $41 - 4^2 - 25 = 0$ $41 - 5^2 - 16 = 0$, $41 - 6^2 - 5 = 0$	$E\sqrt{41}$	$E\sqrt{41}$
$2.41 - 7^2 - 33 = 0$, $2.41 - 8^2 - 18 = 0$ $2.41 - 9^2 - 1 = 0$....................	$E\sqrt{2.41}$	$E\sqrt{2.41} - E\sqrt{41}$
$3.41 - 10^2 - 23 = 0$, $3.41 - 11^2 - 2 = 0$..	$E\sqrt{3.41}$	$E\sqrt{3.41} - E\sqrt{2.41}$
$4.41 - 12^2 - 20 = 0$......................	$E\sqrt{4.41}$	$E\sqrt{4.41} - E\sqrt{3.41}$
$5.41 - 13^2 - 36 = 0$, $5.41 - 14^2 - 9 = 0$..	$E\sqrt{5.41}$	$E\sqrt{5.41} - E\sqrt{4.41}$
$6.41 - 15^2 - 21 = 0$......................	$E\sqrt{6.41}$	$E\sqrt{6.41} - E\sqrt{5.41}$
$7.41 - 16^2 - 31 = 0$......................	$E\sqrt{7.41}$	$E\sqrt{7.41} - E\sqrt{6.41}$
$8.41 - 17^2 - 39 = 0$, $8.41 - 18^2 - 4 = 0$..	$E\sqrt{8.41}$	$E\sqrt{8.41} - E\sqrt{7.41}$
$9.41 - 19^2 - 8 = 0$......................	$E\sqrt{9.41}$	$E\sqrt{9.41} - E\sqrt{8.41}$
$10.41 - 20^2 - 10 = 0$......................	$E\sqrt{10.41}$	$E\sqrt{10.41} - E\sqrt{9.41}$

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Deux moyens d'avoir π au jeu de pile ou face.* Note de M. ÉM. **BARBIER.**

« I. Si l'on jette $2n$ pièces à pile ou face, la raison conçoit 2^{2n} combinaisons d'*égale possibilité*, parmi lesquelles $\frac{2n(2n-1)\ldots(n+1)}{1.2\ldots n}$ amènent juste autant de piles que de faces.

» Par définition, la probabilité P d'amener n piles et n faces en jetant $2n$ pièces est

$$P = \frac{2n(2n-1)\ldots(n+1)}{1.2\ldots n} : 2^{2n},$$

ou

$$P = \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots(2n)}.$$

» Telle peut s'exprimer la probabilité P du coup *juste* au pile ou face à $2n$ pièces.

» La belle formule de Wallis donne $\sqrt{\frac{1}{\pi}}$ pour une valeur approximative de $\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots(2n)}\sqrt{n}$.

» La probabilité P qu'en jetant $2n$ pièces à pile ou face on amènera autant de piles que de faces est donc approximativement $\sqrt{\frac{1}{n\pi}}$.

» Imaginant une infinité d'épreuves impartiales pour les combinaisons d'égale possibilité rationnelle, Jacques Bernoulli disait :

« La moyenne M du nombre des coups qui amènent un coup juste sera » à peu près $\sqrt{n\pi}$. »

» Théorème I. — *Les quantités* $\frac{M^2}{n}$ *et* π *ont un rapport dont la valeur tient* le milieu *entre* $\frac{4n}{4n-1}$ *et* $\frac{4n+1}{4n}$.

» II. On peut concevoir que l'on note pour $2n$ pièces jetées une multitude de fois à pile ou face la *différence nulle ou positive qui se présente à chaque fois entre les nombres des piles et des faces;* la moyenne D de cette différence se calcule par le moyen de l'égalité

$$D = \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4\ldots(2n-2)} = 2nP.$$

» $(2n-1)$ pièces donnent la même différence arithmétique moyenne D que $2n$ pièces.

» Théorème II. — *Les quantités* $\frac{4n}{D^2}$ *et* π *ont un rapport qui tient* le milieu *entre* $\frac{4n}{4n-1}$ *et* $\frac{4n+1}{4n}$.

» Ainsi *les coups justes* au pile ou face à $2n$ pièces *coupent la somme des différences en parties dont la valeur moyenne est* $2n$, *le nombre des pièces.*

» Ces énoncés spéculatifs mnémonisent de jolies propositions d'Arithmétique.

» Obtenir par le pile ou face de cinquante pièces un rapport de la circonférence au diamètre aussi approché que les valeurs calculées par Archimède est un résultat intéressant de l'étude rationnelle du pile ou face.

» L'égalité rationnelle des quantités $\frac{M^2}{n}$ et $\frac{4n}{D^2}$ est rigoureuse ; ces quantités expriment l'une et l'autre une approximation de π. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.* Note de M. **J.-S. Vanecek**, présentée par M. de la Gournerie.

« **1.** Considérons une surface F du second ordre, que nous appelons *fondamentale*; puis une courbe L du $l^{\text{ième}}$ ordre, une courbe M de l'ordre m et une surface P de l'ordre p.

» La courbe L doit être transformée par rapport à la surface fondamentale, à la courbe M et à la surface P. Nous appelons la courbe M et la surface P les *directrices* de la transformation.

» Un point l de la courbe L a un plan polaire λ par rapport à la surface fondamentale. Ce plan λ coupe la courbe M en divers points; le plan polaire μ de l'un d'eux m détermine avec λ une droite $\overline{\lambda\mu}$ qui perce la surface P en p points. Considérons entre eux un seul point p, dont le plan polaire π coupe la droite $\overline{\lambda\mu}$ en un point r qui est le transformé du point l.

» Les quatre points l, m, p, r forment un tétraèdre qui est un tétraèdre polaire par rapport à la surface fondamentale F.

» Quand le sommet l du tétraèdre $lmpr$ parcourt la courbe proposée L, les sommets m, p parcourent respectivement la courbe M et la surface P; le quatrième sommet r décrit pendant ce mouvement une courbe R, dont nous allons déterminer la nature.

» **2.** La courbe proposée L perce la surface fondamentale F en $2l$ points. Considérons un tel point d'intersection l. Son plan polaire λ, qui est le plan tangent en ce point à la surface F, coupe la courbe M en m points, dont les plans polaires passent tous par le point l. Leurs droites d'intersection avec le plan λ perce la surface P en p points. Ces points se trouvant sur le plan λ, leurs plans polaires passent par le point considéré l. Les transformés r se réunissent par conséquent avec le point l, qui est alors un point multiple d'ordre mp de la courbe R. Le nombre des points l sur la surface fondamentale est $2l$. A ces $2l$ points correspondent $2lmp$ points r sur la surface F.

» Par le même raisonnement, nous trouvons que les points d'intersection $2m$ de la courbe directrice M avec la surface fondamentale F fournissent aussi $2lmp$ points r de la courbe R, lesquels se trouvent sur la surface F. Jusqu'à présent, nous avons trouvé $4lmp$ points de la courbe R qui sont situés sur la surface fondamentale.

» **3.** Il nous reste encore à chercher les autres points r qui se trouvent

sur la surface F. Ces points se déduisent de la surface P, ou proprement dit de la courbe d'intersection *F* de cette surface avec la surface fondamentale F.

» Pendant le mouvement du tétraèdre polaire *lmpr*, le quatrième sommet *r* coïncide pour les points d'intersection *l* de la courbe *L* et de la surface F avec ces points, pour les points d'intersection *m* de la courbe *M* et de la surface fondamentale avec les points *m*, et pour quelques points *f* de la courbe *F* le point *r* se réunit avec ces points. Dans ce dernier cas, notre problème se réduit à trouver sur la courbe *L* les points *l*, dont les points correspondants *m* sur *M* sont toujours respectivement dans un plan tangent à la surface fondamentale en un point de la courbe *F*.

» Un tel plan tangent coupe la courbe proposée *L* en *l* points, dont les plans polaires par rapport à la surface fondamentale coupent le plan tangent dont nous avons parlé en *l* droites qui engendrent pour tous les points de la courbe *L* une surface d'ordre 4*lp*. La courbe *M* perce cette surface auxiliaire en 4*lpmp* points, dont les points correspondants *r* se trouvent sur la courbe *F*.

» 4. Nous voyons que la courbe *R* a avec la surface fondamentale, outre les premiers 4*lmp* points, encore 4*lmp* autres points communs.

» De là résulte que la courbe *R* coupe la surface fondamentale F en 8*lmp* points ou qu'elle est d'ordre 4*lmp*.

» Nous pouvons donc dire :

» *Quand les sommets l, m, p d'un tétraèdre polaire par rapport à une surface du second ordre parcourent respectivement les courbes* L, *M et une surface* P *qui sont d'ordre l, m, p, le quatrième sommet r décrit une courbe R d'ordre* 4*lmp*.

» Et réciproquement :

» *Quand les faces* λ, μ, π *d'un tétraèdre polaire par rapport à une surface du second ordre enveloppent respectivement les surfaces développables* L, M *et une surface générale* P *qui sont de la classe l, m, p, la quatrième face* ρ *engendre une surface développable* R *de la classe* 4*lmp*.

» En vertu de la correspondance des sommets *l, m* du tétraèdre polaire *lmpr*, nous pouvons dire que la courbe R est *inverse* de la courbe *L* par rapport à la courbe *M* et à la surface P comme directrices, ou que la courbe *R* est *inverse* de la courbe *M* par rapport à la courbe *L* et à la surface P comme directrices, la surface F du second ordre étant la surface fondamentale de la transformation. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un potentiel à quatre variables, qui rend presque intuitives l'intégration de l'équation du son et la démonstration de la formule de Poisson concernant le potentiel inverse à trois variables.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Soient : m une masse quelconque fixe, dans un espace rapporté à trois axes de coordonnées rectangles x, y, z, et ρ, ou $\rho(x_1, y_1, z_1)$, la densité de la partie $dm = \rho\, d\varpi$ de cette masse qui remplit l'élément de volume $d\varpi$ occupant la situation (x_1, y_1, z_1). Imaginons qu'on décrive, d'un point donné (x, y, z) comme centre et avec un rayon donné r, une sphère dont $\sigma = 4\pi r^2$ désignera la surface; puis qu'on évalue, pour chacun des éléments $d\sigma$ de cette surface, ayant les coordonnées x_1, y_1, z_1, l'expression $\frac{\rho\, d\sigma}{r}$, et qu'on fasse la somme des valeurs qu'elle prend sur tous les éléments de σ. On obtiendra ainsi l'intégrale double $\varphi = \int \frac{\rho\, d\sigma}{r}$, fonction des quatre paramètres x, y, z, r définissant la sphère : c'est cette fonction que j'appellerai *le potentiel à quatre variables*, ou le *potentiel sphérique*. On peut encore, en désignant par ρ_1 la densité moyenne de la masse en tous les points de la surface de la sphère, poser $\varphi = 4\pi r \rho_1$.

» Évaluons le paramètre différentiel du second ordre $\Delta_2 \varphi$. On l'obtiendra sans faire varier ni r, ni la grandeur d'aucun des éléments $d\sigma$, mais en déplaçant leurs situations (x_1, y_1, z_1), comme le centre même (x, y, z), le long de parallèles aux x, aux y, aux z; de sorte que chaque élément de φ, correspondant à un même $d\sigma$, aura pour son Δ_2 l'expression $(\Delta_2 \rho)\frac{d\sigma}{r}$, et qu'il viendra, par suite, $\Delta_2 \varphi = \frac{1}{r}\int(\Delta_2 \rho)\, d\sigma$. Or, si nous considérons l'intégrale $\int(\Delta_2 \rho)\, d\varpi$, pour l'espace ϖ compris entre les deux sphères σ, σ' décrites, autour de (x, y, z) comme centre, avec deux rayons infiniment peu différents r et $r' = r + \varepsilon$, nous aurons, en prenant $d\varpi = \varepsilon\, d\sigma$, $\int(\Delta_2 \rho)\, d\varpi = \varepsilon \int(\Delta_2 \rho)\, d\sigma$; et il suffira d'évaluer $\int(\Delta_2 \rho)\, d\varpi$, puis de diviser par ε, pour obtenir $\int(\Delta_2 \rho)\, d\sigma$. Mais, d'autre part, chacun des trois termes composant $(\Delta_2 \rho)\, d\varpi$ s'intègre une fois quand on y pose $d\varpi = dx_1\, dy_1\, dz_1$, et donne, comme on sait, une intégrale relative à la surface limite de ϖ, c'est-à-dire aux deux sphères σ et σ'. Représentons par $\frac{d}{dr}$ et par $\frac{d}{dr'}$ des dérivées prises, à partir de chacun de leurs éléments $d\sigma$ ou $d\sigma'$, le long des

prolongements des rayons r ou r' qui leur sont normaux, et il viendra

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\int (\Delta_2 \rho)\, d\varpi = \int \frac{d\rho}{dr'} d\sigma' - \int \frac{d\rho}{dr} d\sigma = \sigma' \int \frac{d\rho}{dr'} \frac{d\sigma'}{\sigma'} - \sigma \int \frac{d\rho}{dr} \frac{d\sigma}{\sigma} \\ &= \sigma' \frac{d}{dr'} \int \rho \frac{d\sigma'}{\sigma'} - \sigma \frac{d}{dr} \int \rho \frac{d\sigma}{\sigma} = \sigma' \frac{d\rho_1}{dr'} - \sigma \frac{d\rho_1}{dr}, \end{aligned} \right.$$

relation dont l'avant-dernier membre se déduit du précédent en observant que, lorsque r ou r' grandissent, les rapports de $d\sigma$ et $d\sigma'$ à σ et σ', considérés, le long d'un même rayon r ou r', sur diverses sphères concentriques, restent constants. Or, il est évident que le dernier membre de (1), divisé par $r' - r = \varepsilon$, exprime la dérivée $\frac{d}{dr}\left(\sigma \frac{d\rho_1}{dr}\right)$ ou $4\pi \frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{d\rho_1}{dr}\right)$. Donc, le paramètre différentiel de φ, ou de $4\pi r \rho_1$, aura la valeur

$$(2)\qquad \Delta_2 \varphi = \frac{4\pi}{r} \frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{d\rho_1}{dr}\right) = \frac{4\pi}{r} \frac{d}{dr}\left(r \frac{dr\rho_1}{dr} - r\rho_1\right) = 4\pi \frac{d^2 r\rho_1}{dr^2} = \frac{d^2\varphi}{dr^2}.$$

Ainsi *le paramètre différentiel* Δ_2 *et la dérivée seconde, par rapport au rayon* r, *du potentiel sphérique, sont identiquement égaux*. Observons de plus que, *pour* $r = 0$, *ce potentiel s'annule, ainsi que sa dérivée seconde en* r, *tandis que sa dérivée première en* r *se réduit à* $4\pi\rho(x, y, z)$. En effet, quand r est très petit, ρ prend, aux deux extrémités de chaque diamètre $2r$ de la sphère, des valeurs dont la moyenne arithmétique ne diffère de la valeur de ρ au centre que par un terme de l'ordre de r^2. On peut donc, sauf erreur de cet ordre sur ρ_1, erreur ne modifiant, à la limite $r = 0$, ni $\varphi = 4\pi r \rho_1$, ni les deux premières dérivées de φ en r, réduire ρ_1 à $\rho(x, y, z)$ et φ à $4\pi r \rho(x, y, z)$, ce qui donne bien zéro pour les valeurs cherchées de φ et de sa dérivée seconde en r, et $4\pi\rho(x, y, z)$ pour sa dérivée première.

» Il suit de là : 1° que $\int \frac{\rho\, d\sigma}{r}$ et, par suite, $\frac{d}{dr}\int \frac{\rho\, d\sigma}{r}$ vérifient l'équation aux dérivées partielles

$$(3)\qquad \frac{d^2\varphi}{dr^2} = \Delta_2 \varphi, \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\varphi}{dr^2} = \frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2},$$

équation qui est celle dite *du son*, quand on y regarde la variable r comme exprimant le temps t et quand on suppose la vitesse même du son choisie comme unité de longueur; 2° que, à la limite $r = 0$, la première de ces deux fonctions s'annule et a sa dérivée en r égale à $4\pi\rho(x, y, z)$, tandis que, à la même limite, la seconde se réduit à $4\pi\rho(x, y, z)$ et a sa dérivée en r nulle. Donc, il suffira de superposer ces deux solutions en y prenant les deux fonctions arbitraires $4\pi\rho(x, y, z)$ différentes, pour avoir

l'intégrale générale de (3), avec les deux fonctions arbitraires de x, y, z auxquelles on voudra que se réduisent initialement, ou pour $r=0$, φ et sa dérivée première en r. On reconnaît, en effet, que cette intégrale est précisément, sous une forme concrète et immédiatement saisissable, celle que Poisson a donnée pour l'équation (3), mais dont on ne possédait, à ma connaissance, aucune démonstration simple.

» Toute fonction de la forme $U=\int_\varepsilon^r f(r)\varphi\,dr$, où ε est une constante infiniment petite, aura son Δ_2 égal à $\int f(r)(\Delta_2\varphi)\,dr$. Ainsi

$$(4)\qquad \Delta_2\int_\varepsilon^r f(r)\varphi\,dr \quad\text{ou}\quad \Delta_2\int_\varepsilon^r f(r)\,dr\int\frac{\rho\,d\sigma}{r}=\int_\varepsilon^r f(r)\frac{d^2\varphi}{dr^2}\,dr.$$

Quand la masse m n'occupe qu'un volume restreint et a sa valeur totale, $\int\rho\,d\varpi$ ou $\int dr\int\rho\,d\sigma$, finie, la fonction U devient, en y supposant assez grande la limite supérieure, $\int\frac{f(r)\,dm}{r}$. Elle exprimera donc l'un ou l'autre des deux *potentiels ordinaires à trois variables* appelés respectivement *potentiel inverse* et *potentiel direct*, suivant qu'on y prendra $f(r)=1$ ou $f(r)=r^2$. Dans le premier cas, le second membre de (4) donnera pour $\Delta_2 U$ l'accroissement total qu'éprouve la dérivée φ'_r, quand r y grandit depuis ε, où sa valeur est $4\pi\rho(x, y, z)$, jusqu'à l'infini, où sa valeur est nulle. On aura donc $\Delta_2\int\varphi\,dr=-4\pi\rho$, conformément au théorème de Poisson. Dans le second cas, deux intégrations successives par parties donneront évidemment $\Delta_2 U=2\int\varphi\,dr$, et, par suite, $\Delta_2\Delta_2\int r\,dm=-8\pi\rho$.

» Lorsqu'on applique l'équation (3) (où alors $r=t$) aux mouvements produits dans un fluide élastique indéfini par de petites dilatations ou raréfactions primitives données $\theta=4\pi\rho(x, y, z)$, sans vitesses initiales, la fonction dont les dérivées en x, y, z, t égalent, à tout instant, les trois composantes u, v, w de la vitesse et la dilatation cubique θ se réduit au potentiel sphérique φ; et les déplacements éprouvés suivant les trois axes, jusqu'à l'époque t, par la particule (x, y, z), sont sensiblement $\int_0^t(u, v, w)\,dt$, les trois dérivées en x, y, z de l'intégrale $\int_0^r\varphi\,dr$, qui, pour r infini, devient le potentiel ordinaire ou inverse relatif à la masse fictive $\int\rho\,d\varpi$. Donc, une fois l'équilibre rétabli, chaque particule aura éprouvé un déplacement pareil, en direction, et proportionnel, en grandeur, à l'attraction que l'unité de sa masse subirait de la part de cette masse fictive $\int\rho\,d\varpi$ si elle devenait réelle. Ainsi, *il y a, vers les vides, comme une sorte d'appel du fluide,*

se traduisant par des déplacements que régit la loi newtonienne. Si le fluide était peu compressible, ou transmettait très vite le son, cet appel deviendrait presque instantané et pourrait, par conséquent, être provoqué ou se répéter à de courts intervalles, sans cesser de suivre la même loi. Il est donc tout naturel qu'il la suive encore, comme je l'ai démontré en 1871 et comme M. de Saint-Venant l'a confirmé récemment, sur d'intéressantes applications, dans un liquide s'écoulant vers un orifice du vase à paroi plane indéfinie qui le contient. »

OPTIQUE. — *Sur la transparence actinique des verres d'optique.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. Cornu.

« Au cours de mes études sur les radiations ultra-violettes, je me suis trouvé conduit à déterminer l'absorption qu'elles subissent de la part des verres de nos instruments ordinaires. J'ai donc photographié, au moyen des dispositions dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie [1], les spectres des rayons solaires, après leur passage à travers différentes matières.

» Les renseignements fournis par ces expériences ne peuvent être traduits en lois rigoureuses : ils varient un peu avec le temps de pose, et le lieu exact, sur un cliché, où cesse l'action, de plus en plus faible, des radiations sur le bromure d'argent, est impossible à évaluer avec précision.

» Néanmoins, de la discussion d'un grand nombre de clichés, on a pu dégager les trois *règles pratiques* suivantes, qui seront utiles aux expérimentateurs :

» 1. Un genre de verre n'admet au passage, même en plaques minces, et avec une *pose* prolongée, que des longueurs d'onde dépassant un certain minimum, lequel peut être considéré comme une caractéristique de la matière donnée. Une autre caractéristique représente l'épaisseur e de la lame au-dessous de laquelle l'absorption élective ne diminue plus. (Ces limites sont, pour le crown-glass anglais, d'une fabrication très régulière, $\lambda = 0^{mm},000300$ et $e = 6^{mm}$ environ.)

» 2. A partir de ces limites, le raccourcissement du spectre, compté sur l'échelle des longueurs d'onde, paraît sensiblement proportionnel à l'épaisseur du milieu.

---

[1] *Comptes rendus*, séances des 29 août 1881 et 24 avril 1882.

Nature des échantillons.	Épaisseur des lames en millimètres.	Longueur d'onde à la limite du spectre photographique.
Crown-glass léger (MM. Chance, frères, fabricants à Birmingham).................	1,2	0,000300
	3	0,000300
	6	0,000300
	12	0,000304
	18	0,000308
Crown-glass français [MM. Feil-Guinand, fabricants à Paris (usines de Saint-Gobain)]...	6	0,000305
	12	0,000310
	18	0,000315
Flint-glass léger (MM. Chance).	6	0,000308
	12	0,000314
	18	0,000320

» Pour faire des expériences comparables, j'ai demandé à M. Duboscq de me travailler, d'une façon identique, des lames de verre à faces parallèles ayant toutes 6mm d'épaisseur. Pour chaque spectre, la pose a été prolongée jusqu'au terme au delà duquel le temps n'influe plus sensiblement sur la qualité des ondes transmises; on *solarise* ainsi le spectre au voisinage de H, mais on ne perd pas les raies extrêmes. Les longueurs d'onde ont été repérées grâce aux travaux de M. Cornu.

» La première colonne de chiffres du tableau suivant indique approximativement le lieu du spectre où commence une chute rapide d'intensité. C'est pour avoir cette bande qu'il faut prolonger la pose, et l'on fera bien de tenir peu de compte, dans la pratique, de ces radiations affaiblies.

Nature des échantillons.	Longueur d'onde au-dessous de laquelle les radiations diminuent rapidement d'intensité.	Longueur d'onde à partir de laquelle cesse toute action sur le bromure d'argent.
Flint-glass lourd extra (MM. Feil-Guinand, à Paris, n° 1505)..	0,000355	0,000350
Flint lourd (MM. Feil-Guinand, n° 1481)...............	0,000340	0,000330
Flint léger (MM. Feil-Guinand, n° 1472)...............	0,000325	0,000315
Flint léger (MM. Chance).....	0,000320	0,000310
Crown léger, crown (MM. Feil-Guinand, nos 1478 et 1502). Crown de Saint-Gobain.....	0,000315	0,000305
Crown tendre (trois échantillons de MM. Chance)..........	0,000305 à 0,000315	0,000300

» On voit que les verres français sont un peu moins transparents que les verres anglais de même espèce. Il serait à désirer que les fabricants déterminassent les constantes actiniques de leurs verres, comme les constantes optiques.

» 3. Si l'on définit l'absorption actinique par le raccourcissement du spectre sur l'échelle des longueurs d'ondes, cette absorption pour un système optique donné est comprise entre l'absorption du verre le moins transparent, pris isolément, d'une part, et la somme des raccourcissements proportionnels dus à tous les verres de l'appareil. Le tableau suivant donnera une idée des résultats à prévoir :

Nature des combinaisons optiques.	Plus courte longueur d'onde sur le cliché.
6mm de flint lourd et 6mm de crown (MM. Feil-Guinand)....	0,000335
6mm de flint lourd et 18mm de crown (MM. Feil-Guinand).....	0,000333
6mm de flint léger et 6mm de crown (MM. Feil-Guinand).....	0,000324
6mm de flint léger et 18mm de crown (MM. Feil-Guinand).....	0,000315
6mm de flint léger et 6mm de crown (MM. Chance).........	0,000310
6mm de flint léger et 18mm de crown (MM. Chance)..........	0,000315
18mm de flint léger et 18mm de crown (MM. Chance).........	0,000327

» Aujourd'hui que les radiations ultra-violettes prennent une importance de plus en plus grande dans la Physique et l'Astronomie, il serait bon, sous peine de se priver de renseignements précieux, de n'employer que des flints légers et blancs, tout en réduisant le plus possible l'épaisseur des lentilles et des prismes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfhydrate d'ammoniaque sur le sulfure d'étain.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« Le monosulfure d'ammonium pur ne dissout pas le protosulfure d'étain mieux que ne le fait le sulfure de potassium, que l'on opère à chaud ou à la température ordinaire; il en est de même lorsque, au lieu d'employer des solutions relativement étendues de sulfure alcalin, on les prend très concentrées, mais on n'observe plus, comme avec le sulfure de potassium, le dédoublement du protosulfure d'étain en bisulfure et métal. Quand le sulfhydrate d'ammoniaque n'est pas incolore, on lui fait perdre toute nuance jaune en l'agitant quelques instants avec le sulfure métallique, et celui-ci se dissout partiellement en devenant bisulfure d'étain, qui se

précipite en flocons jaunes dès que l'on ajoute à la liqueur un acide étendu.

» On peut donc regarder comme nulle l'action que le monosulfure d'ammonium exerce sur le protosulfure d'étain, en vase clos; il n'en est plus de même si l'opération a lieu au contact de l'air, son oxygène décomposant le sulfure alcalin, et de l'ammoniaque devient libre ainsi que du soufre; ce dernier se dissout dans la liqueur qu'il colore en jaune plus ou moins foncé, mais le protosulfure d'étain réduit immédiatement le persulfure d'ammonium en se transformant en bisulfure, qui lui-même se dissout à l'état de sulfostannate ammoniacal. Il est facile de le constater en abandonnant dans un flacon mal fermé un mélange de protosulfures d'étain et d'ammonium purs; le sulfure métallique se dépose bientôt au fond du vase, et l'air qui s'y introduit ne tarde pas à jaunir la liqueur. Si l'on agite alors le flacon pour remettre le sulfure d'étain en suspension, la liqueur qui se sépare est incolore comme elle était tout d'abord, mais on y retrouve de l'étain sous la forme de bisulfure et en quantité d'autant plus considérable que le contact avec l'air a duré davantage. On peut encore dissoudre beaucoup de protosulfure d'étain, en dirigeant dans la dissolution un courant d'oxygène ou simplement d'air préalablement dépouillé d'acide carbonique.

» Quant à l'ammoniaque qui prend naissance sous l'influence de l'oxygène, son action est peu appréciable. Une solution concentrée de ce gaz, mélangée avec du protosulfure d'étain, l'attaque peu à chaud comme à froid, même après un contact longtemps prolongé. Il se forme un peu de sulfure d'ammonium qui tient en équilibre l'ammoniaque restant isolée, et en même temps une faible quantité de protoxyde d'étain. Il convient cependant de noter l'aspect présenté par le sulfure d'étain dans une dissolution fortement ammoniacale; ce sulfure est comme émulsionné, il reste en suspension, formant une liqueur trouble, d'un brun presque noir, et sous cette forme il passe à travers les filtres avec obstination.

» Les choses restent en cet état quand on opère à l'abri de l'air atmosphérique, mais dans un vase ouvert la liqueur ne tarde pas à s'éclaircir et le protosulfure d'étain disparaît tout entier, laissant à sa place une solution alcaline d'un jaune plus ou moins foncé ; on comprend bien qu'il en doit être ainsi. En effet, tout d'abord la réaction



$$AzH^3 + SnS + HO = AzH^4S + SnO$$

s'est produite jusqu'à ce que l'action inverse vînt la limiter en établissant un état d'équilibre qui, à l'abri de l'oxygène de l'air, aurait indéfiniment persisté. Mais 1° cet oxygène détruit le sulfhydrate d'ammoniaque formé en régénérant de l'ammoniaque, et donnant du soufre qui transforme une partie du protosulfure métallique en bisulfure soluble dans la liqueur; 2° le protoxyde d'étain, sur lequel l'ammoniaque n'a pas d'action, s'oxyde sous son influence et devient acide stannique hydraté, très soluble dans la liqueur alcaline. De là deux causes simultanées de transformation du protosulfure d'étain, qui au bout d'un certain temps le font entièrement disparaître.

» Ainsi donc les monosulfures alcalins à l'état de pureté, et en dissolution peu concentrée, n'ont aucune action sur le protosulfure d'étain, et celui-ci, loin de s'y dissoudre, comme on l'admet en général, y est au contraire insoluble. Les petites quantités d'étain que ces liqueurs tiennent en dissolution proviennent de ce fait, que dans la préparation du monosulfure il est très difficile d'éviter d'une manière absolue le contact de l'air, et d'ailleurs les flocons jaunes que l'on voit apparaître quand on décompose la liqueur par un acide étendu montrent clairement que le métal qu'elle renferme s'y trouve à l'état de bisulfure et non pas de protosulfure d'étain. Cette propriété a une certaine importance au point de vue analytique; le protosulfure d'étain figure en effet au nombre de ceux qu'on regarde comme solubles dans les sulfures alcalins, et qu'il est par suite aisé de séparer à l'aide de ces réactifs des sulfures qui y sont insolubles; cela peut entraîner une erreur. On se sert habituellement de sulfhydrate d'ammoniaque pour effectuer cette séparation; or, comme il est rarement incolore, il dissout du protosulfure d'étain tant qu'il contient du soufre en excès, puis cesse de l'attaquer dès qu'il est repassé lui-même à l'état de monosulfure. Le protosulfure d'étain se dissout ainsi partiellement, d'autant mieux que le sulfure alcalin est plus sulfuré, d'autant moins qu'il est plus pur, et l'on en peut trouver à la fois dans les portions que le sulfhydrate d'ammoniaque dissout et dans celles qu'il laisse inaltérées. On échappe sans difficulté à cette cause d'erreur en faisant usage non pas de sulfure d'ammonium pur, mais de sulfure sulfuré. Le sulfhydrate d'ammoniaque peut, à la température ordinaire, dissoudre de grandes quantités de soufre qui le transforment en polysulfures, et en en introduisant à l'avance une certaine proportion dans le réactif on serait assuré de faire passer tout l'étain à l'état de bisulfure soluble et de supprimer la cause d'incertitude qui

résulte de l'insolubilité du protosulfure. L'introduction du soufre n'apporte du reste aucun embarras, aucune perturbation dans la marche de l'analyse.

» Les sulfures alcalins ne sont pas les seuls à agir comme nous l'avons dit sur le protosulfure d'étain : les sulfures alcalino-terreux se comportent d'une manière analogue ; les uns et les autres se dissolvent aisément en présence d'un excès de soufre. On peut ainsi obtenir très purs, et sous la forme de cristaux bien nets, un certain nombre de sulfostannates, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Influence de la tension de l'hydrogène sulfuré en présence d'une solution de sulfate de nickel neutre.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« I. Comme conséquence des propriétés du sulfhydrate de sulfure de nickel, dont j'ai prouvé l'existence, il résulte que la formation de ce corps doit dépendre de la tension du gaz sulfhydrique dans le milieu qui en renferme les éléments.

» Il est facile, en effet, d'établir qu'à des variations de tension de ce gaz, dissous dans une solution de sulfate neutre de nickel, correspondent des variations dans les poids de sulfure métallique précipité au bout du même temps. On peut le démontrer, soit en faisant varier l'état de saturation par l'hydrogène sulfuré d'une même solution nickelique, soit en gardant au contraire un rapport constant entre les poids du sulfate et du gaz sulfhydrique, le volume de l'eau employée comme dissolvant étant seul variable.

» Or j'ai déjà fait voir que la formation du sulfure de nickel dans une solution du sulfate n'exige pas l'état de saturation de la liqueur, par le gaz sulfhydrique, mais que le poids du sulfure formé au bout du même temps était d'autant plus faible que la solution était moins riche en hydrogène sulfuré.

» Les résultats par la seconde méthode ne sont pas moins nets. On fait deux solutions identiques de sulfate de nickel neutre ($1^{gr},100$ dans 140^{cc} d'eau). On les sature toutes deux à 0° par le gaz sulfhydrique, et on ferme de suite à la lampe le matras contenant l'une de ces solutions. Dans le second, au contraire, avant de le sceller, on ajoute de l'eau distillée de façon à rendre le volume liquide cinq fois et demie plus grand, soit 770^{cc}.

» On les abandonne ensuite à la température ambiante de $+12°$ à $+20°$. Quarante-huit heures après, tandis que le liquide du premier matras ne renfermait plus que $0^{gr},191$ de sulfate de nickel pour $1^{gr},100$ qu'on avait employés, le liquide du second en contenait encore $1^{gr},030$; et cela par le seul fait d'addition d'eau, qui avait eu comme conséquence de diminuer la tension du gaz, puisque le rapport des poids du sulfate de nickel et du gaz sulfhydrique était sensiblement le même dans les deux vases.

» Les résultats se confirment si l'on prolonge les deux expériences, car, après vingt-huit jours de durée, l'eau du premier matras ne contenait plus que $0^{gr},010$ à $0^{gr},012$ de sulfate, alors que celle du second en renfermait encore $0^{gr},517$ au bout du même temps.

» II. *Action de la chaleur.* — Lorsqu'on chauffe une solution d'hydrogène sulfuré, la solubilité du gaz diminue avec l'élévation de température, et inversement, si l'on opère en vase clos, la tension du gaz y augmente constamment.

» Il était donc intéressant de voir si, par cette action de la chaleur sur une solution de sulfate neutre de nickel saturée de gaz sulfhydrique à 0° et renfermée en vase clos, les conditions de formation du sulfure seraient modifiées.

» Si l'on chauffe dans un bain d'eau, portée à l'ébullition, un vase clos contenant pareille solution, on voit le précipité de sulfure augmenter rapidement; et en l'espace de deux à trois heures, pour une solution renfermant à l'origine $1^{gr},100$ de sulfate pour 140^{cc}, il ne reste plus que $0^{gr},007$ à $0^{gr},008$ de sulfate de nickel dans la liqueur : résultat qui ne serait obtenu qu'au bout de cinq semaines environ, si l'on eût opéré à la température ambiante.

» L'action de la chaleur sur la même solution, étendue de cinq fois son volume d'eau, après la saturation par le gaz sulfhydrique, est encore plus remarquable. La réaction se passe dans le vase clos exactement comme si l'on n'avait point ajouté d'eau; contrairement ainsi, à ce qui a lieu à la température ambiante, comme je l'ai démontré. Il ne reste plus en effet dans la solution diluée, après l'avoir portée quatre heures à 100°, que sensiblement le même poids de sulfate, $0^{gr},008$, déjà trouvé dans la solution chauffée et non préalablement étendue d'eau.

» Enfin la précipitation par la chaleur n'est complète que si la solution métallique saturée d'hydrogène sulfuré renferme peu de sulfate. Ainsi une solution de $0^{gr},200$ de sulfate neutre de nickel dans 140^{cc} ne retient plus que moins de $0^{gr},001$ de sulfate après qu'on l'a chauffée pendant deux

heures à 100° et en vase clos : résultat auquel on n'arrive, à la température ambiante, qu'au bout de quatre à cinq semaines.

» III. De ces observations, je conclurai donc que :

» 1° La température de 100° permet d'atteindre rapidement pour le nickel les mêmes limites de précipitation que celles qu'on n'obtient qu'avec le temps à la température ambiante.

» 2° La précipitation du nickel est d'autant plus complète que la solution de son sulfate est moins concentrée. Elle est totale, ou du moins l'erreur est inférieure à des poids de l'ordre du dixième de milligramme, si on emploie 1^{lit} d'eau par gramme de sulfate.

» 3° L'on ne peut dire que la précipitation du nickel s'arrête quand l'acidité de la liqueur a atteint un certain degré, puisque la limite varie pour chaque cas particulier.

» 4° Enfin, je montrerai que cette action de la chaleur sur une solution de sulfate neutre de nickel, en présence de l'hydrogène sulfuré, fournit une méthode précise de séparation de ce métal d'avec l'oxyde de manganèse, l'alumine, etc. ; oxydes dont les sulfates, dans les mêmes conditions, sont absolument indécomposables. Il y a toutefois lieu de remarquer que, parmi ces oxydes, ceux du fer sont exceptés. »

CHIMIE. — *Sur les transformations des sulfites cuproso-cupriques.* Note de M. A. **Étard**, présentée par M. Cahours.

« I. Lorsqu'on ajoute une quantité insuffisante d'acide sulfureux ou de bisulfite de soude à une solution d'acétate cuivrique, il se forme un précipité jaune floconneux analysé par Péan de Saint-Gilles, qui lui assigna la formule $SO^3Cu^2, SO^3Cu, 5H^2O$, encore usitée aujourd'hui.

» D'après ce savant, le sel en question ne diffère du sel de Chevreul que par son état moléculaire et trois molécules d'eau en moins. Cependant, malgré la facilité avec laquelle il perd de l'eau dans l'air sec, il ne se transforme jamais en sel de Chevreul ou en isomère de ce sel par dessiccation, tandis qu'on réalise aisément cette transformation en le faisant digérer avec un excès d'acide sulfureux à froid, qu'on ne peut regarder comme un hydratant, mais bien comme un réducteur du cuivre.

» Pour connaître le mécanisme de la transformation du sel de Péan en sel de Chevreul, j'ai préparé plusieurs échantillons du premier de ces sels en suivant les indications de l'auteur, afin de le soumettre à de nouvelles analyses et d'étudier ses réactions. Dans diverses préparations, le sel

séché à l'air libre m'a toujours donné les mêmes nombres et a présenté les caractères antérieurement décrits.

		Péan.	Théorie.
S	13,2-12,4-12,7	14,3	13,0
(Cu^2)	7,1- 7,3- 7,0	43,4	6,6
Cu''	32,8-32,9		33,2
H^2O	23,9-24,2-24,0	20,1	24,4

» Ces nombres, dans lesquels le cuprosum qui n'avait pas été dosé par Péan figure pour $\frac{1}{6}$ du cuivre total, conduisent à la formule

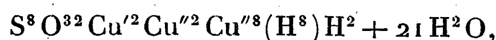


$$S^8O^{27}Cu''^{10}(Cu^2) + 26H^2O,$$

qui n'est pas divisible.

» Les formules de cette complication sont d'un exemple fréquent dans la nature pour les minéraux cristallisés ou amorphes, elles atteignent et dépassent peut-être la complexité des formules de la Chimie organique, mais une interprétation inexacte et une insuffisance d'analyses font souvent donner aux produits préparés dans les laboratoires une formule plus simple, comme dans le cas présent.

» Afin de pouvoir comparer plus facilement ce sel aux autres produits analogues que j'ai préparés, je remplacerai arbitrairement la formule brute ci-dessus, qui ne permet aucune discussion, par la suivante :

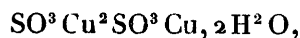


$$S^8O^{32}Cu'^2Cu''^2Cu''^8(H^8)H^2 + 21H^2O,$$

d'un type déjà adopté dans une Note précédente, et je proposerai de le nommer *octosulfite acide cuproso-cuprique*.

» On conçoit que ce sel ne puisse se transformer par dessiccation en sel de Chevreul $SO^3Cu^2, SO^3Cu, 2H^2O$; au contraire, ce sel de cuivre peu réduit doit résulter de l'action immédiate de l'acide sulfureux sur les liqueurs cuivriques, tandis que, par une digestion prolongée avec de l'acide sulfureux, celui-ci doit l'amener facilement au degré de réduction du sel de Chevreul, dont il précède constamment la formation. Les faits d'observation se trouvent ainsi logiquement expliqués.

» II. L'octosulfite acide cuproso-cuprique présente deux réactions intéressantes. Par l'action de l'acide sulfureux, il se transforme, comme il vient d'être dit, en sel de Chevreul, soit qu'il se dédouble en quatre



$$SO^3Cu^2SO^3Cu, 2H^2O,$$

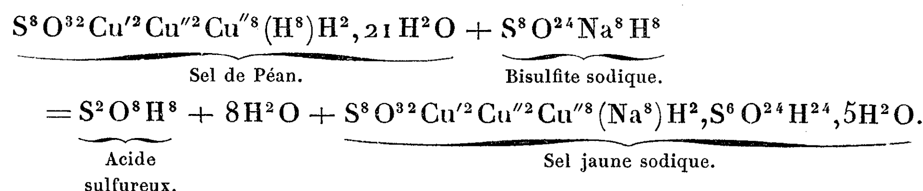
soit que ce dernier sel ait lui-même un poids moléculaire exprimé par

$S^8O^{24}(Cu'^2)^4Cu''^4 + 8H^2O$, ce qu'on ne peut décider à ce point de vue, la formule étant divisible par quatre.

» Sous l'influence du bisulfite de soude, le sel de Péan se transforme dans l'octosulfite acide de cuprosum, de cupricum et de sodium, sel jaune sodique que j'ai décrit dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1422).

» Pour effectuer cette réaction, il suffit d'ajouter au sel de Péan, placé dans un verre à pied, un excès de bisulfite de soude ($D = 1,26$), pour que la masse s'échauffe et se prenne rapidement en une masse de cristaux jaunes.

» Malgré la complication des expressions et dans le but de mettre en évidence les rapports que présentent les deux sels, on peut exprimer la réaction par une équation dans laquelle entrent les formules développées des deux sels :



$$\underbrace{S^8O^{32}Cu'^2Cu''^2Cu''^8(H^8)H^2, 21H^2O}_{\text{Sel de Péan.}} + \underbrace{S^8O^{24}Na^8H^8}_{\text{Bisulfite sodique.}}$$

$$= \underbrace{S^2O^8H^8}_{\text{Acide sulfureux.}} + 8H^2O + \underbrace{S^8O^{32}Cu'^2Cu''^2Cu''^8(Na^8)H^2, S^6O^{24}H^{24}, 5H^2O.}_{\text{Sel jaune sodique.}}$$

» De même que le sel de Péan précède la formation du sel de Chevreul dans l'action de l'acide sulfureux sur les solutions cuivriques, de même il précède la formation du sel jaune sodique dans l'action du bisulfite de soude sur l'acétate cuivrique. Il est le générateur de ces deux sels. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage de la glycérine dans les matières grasses.* Note de M. J. **David**, présentée par M. Thenard.

« Les suifs d'origine animale et végétale, les huiles de palme surtout, contiennent des quantités très différentes de glycérine suivant leurs provenances. Il est donc important de pouvoir doser d'une façon exacte la quantité de cette matière contenue dans les corps gras neutres, d'autant que la cherté de la glycérine a fait découvrir la possibilité de retirer des suifs une certaine quantité de ce produit par une saponification incomplète, et de livrer ensuite au commerce le mélange d'acide gras et de suif non saponifié, comme du suif ordinaire.

» Pour opérer notre dosage, nous saponifions par la baryte 100^{gr} de suif. Cette saponification n'est pas obtenue par l'ébullition de la matière

grasse avec l'eau de baryte, car ce procédé, excessivement long, ne donne presque jamais des saponifications complètes. Voici comment nous opérons:

» Dans une capsule de porcelaine ou de fonte émaillée, de $0^{m},20$ de diamètre au moins, nous mettons 100^{gr} de suif pesé exactement. Nous fondons celui-ci, sur un bec Bunsen à papillon et ajoutons dans la masse fondue 65^{gr} d'hydrate de baryte BaO, 9HO. L'hydrate fond dans son eau de cristallisation et la vapeur d'eau se dégage à travers la couche de suif. On remue énergiquement le mélange avec une spatule en porcelaine et, lorsque la majeure partie de l'eau de l'hydrate s'est dégagée, on éteint le feu et on verse sur le mélange 80^{cc} d'alcool à 95° en remuant toujours avec la spatule.

La saponification se fait alors immédiatement; l'alcool se dégage en vapeurs à mesure que l'on agite, et la masse saponifiée se durcit rapidement. On ne saurait trop insister sur la nécessité d'agiter jusqu'à ce que la masse soit durcie : c'est la condition nécessaire pour obtenir une bonne saponification.

» On ajoute alors 1^{lit} d'eau distillée, on rallume le feu et on laisse bouillir une heure. Le savon de baryte insoluble se dépouille de sa glycérine qu'il cède à l'eau, ainsi qu'une petite quantité de baryte en excès.

» On décante l'eau glycérineuse, on rajoute un peu d'eau distillée froide et on broie avec un pilon le savon de baryte pour que le lavage se fasse bien. On recommence une seconde fois ce lavage, on réunit les eaux, que l'on filtre, et on les sature par de l'acide sulfurique étendu, ajouté goutte à goutte, en ayant soin de dépasser légèrement le point de saturation, ce qui se voit aisément, en ajoutant une goutte de teinture de tournesol dans le liquide.

» On fait bouillir, on réduit le volume du liquide à moitié, on ajoute une petite quantité de carbonate de baryte précipité, pour saturer la goutte d'acide en excès, puis on filtre, on lave, et on évapore les eaux glycérineuses.

» Ici se présente une difficulté. La glycérine, arrivée à un certain degré de concentration, ne peut plus se déshydrater davantage sans perdre, en même temps que l'eau, des vapeurs glycérineuses entraînées mécaniquement. Il faudrait, pour avoir un résultat exact, finir l'évaporation dans le vide à très basse température, et peser successivement jusqu'à ce qu'on n'éprouve plus de perte de poids.

» Nous avons préféré n'évaporer la masse qu'à 50^{cc} environ, puis, après

refroidissement à 15°, porter le volume du liquide à 60^{cc} dans un vase gradué.

» La solution, introduite alors dans un flacon à densité, est pesée comparativement au même volume d'eau, ce qui nous en donne la densité.

» D'un autre côté, nous avons pris de la glycérine commerciale à 28° B., pesant $1^{kg},240$ le litre, et nous avons fait une table ainsi conçue :

» 10^{gr} de glycérine étendus d'eau et amenés au volume de 60^{cc};

» $10^{gr},5$ de glycérine étendus d'eau et amenés au volume de 60^{cc}, etc.

» La densité de tous ces mélanges étant prise, nous n'aurons plus qu'à comparer la densité trouvée à sa correspondante du Tableau et nous saurons, sans calcul, la quantité de glycérine contenue dans notre suif, puisque nous avons opéré sur 100^{gr} et que les suifs contiennent généralement de 10 à 10,5 pour 100 de glycérine à 28°.

» Le savon de baryte, mis en bouillie au pilon avec un peu d'eau et passé au tamis, pourra être décomposé par l'acide chlorhydrique pur. L'acide gras obtenu, lavé deux fois à l'eau distillée, sera alors en état d'être titré. Le point de solidification de cet acide gras donnera la richesse approximative du suif en acide stéarique et oléique. De cette façon, nous faisons l'analyse complète des corps gras et nous pouvons également, s'il est nécessaire, séparer l'acide stéarique de l'acide oléique, par le mélange alcoolo-acétique.

» Nous indiquerons, dans une prochaine Note, les densités des divers mélanges de glycérine et d'eau à 15°, et les résultats obtenus sur diverses espèces de suif et d'huile de palme. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les formations ligneuses qui se produisent dans la moelle des boutures.* Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« A la suite des blessures faites aux plantes, des modifications se produisent dans les tissus voisins des plaies et en opèrent la cicatrisation. Les divers éléments anatomiques sont différemment affectés par le voisinage des blessures, selon le degré d'activité de leur végétation. Les uns, comme les fibres ligneuses et les vaisseaux, restent inertes : chez eux la vie est éteinte sans retour; mais il en est d'autres qui, bien que parvenus au terme normal de leur croissance et incapables, dans les conditions ordinaires, soit de grandir, soit de se multiplier, se rajeunissent pour ainsi dire sous l'influence

de l'irritation causée par la blessure et retrouvent l'activité formatrice qu'ils avaient perdue avec l'âge; ils se divisent alors en se cloisonnant et produisent une couche nouvelle qui s'organise au-dessous de la surface de la blessure et prend le caractère de liège. D'autres enfin, comme ceux qui forment les parties jeunes situées à l'intérieur de l'écorce et dans la zone d'accroissement, sont encore dans la phase de la multiplication et de la croissance au moment de la lésion; ceux-là prennent, sous l'influence de la blessure, un développement extrême et débordent souvent au-dessus de la surface de la plaie, en devenant le siége d'une prolifération considérable qui produit les masses cellulaires, parfois volumineuses, qui se montrent souvent à l'extrémité des boutures et que l'on désigne sous le nom de *bourrelet*. C'est au voisinage de la couche d'accroissement, c'est-à-dire en dehors du bois, que s'organisent ordinairement les formations traumatiques les plus importantes; il s'y produit des cellules vasculaires et ligneuses qui offrent des caractères particuliers et qui ont été observées et décrites par M. de Vries. Le savant professeur d'Amsterdam a montré qu'au voisinage des plaies les éléments du bois sont peu distincts; ce ne sont que des cellules courtes qu'une série de formes intermédiaires permet de relier au bois normal. Ce n'est pas cependant toujours exclusivement à l'extérieur du bois, c'est-à-dire à peu près dans la situation normale, qu'il se forme du tissu ligneux à la suite des blessures : il s'en produit quelquefois aussi du dedans du bois, dans la moelle elle-même. Il y a des plantes où, sur les boutures, on voit s'organiser un plancher ligneux complet à quelque distance en arrière de la lame de périderme qui tout d'abord referme la plaie.

» La formation et la structure de ce plancher ligneux, ainsi produit dans des conditions tout à fait insolites, méritent de fixer l'attention. On peut l'observer sur beaucoup de plantes que l'on multiplie de boutures en grand nombre pour l'ornement des jardins, comme, par exemple, les *Coleus*, les *Achyranthes*, les *Ageratum*, etc. Considérons particulièrement le *Coleus*. Au moment de l'amputation de la bouture, la moelle est formée de grandes cellules minces toutes semblables et contenant en abondance de la fécule. A la suite de la lésion, la fécule disparaît au voisinage de la plaie, jusqu'à une assez grande profondeur et, en même temps, les cellules voisines de la blessure se cloisonnent parallèlement à sa surface, se subérifient et produisent une lame de périderme. En dedans de cette couche, apparaît bientôt, à une certaine distance au delà d'une zone où les cellules de la moelle se cloisonnent irrégulièrement dans tous les sens, une seconde couche où

les cellules se divisent par des cloisons disposées toutes parallèlement à la surface de la plaie, comme celles qui ont d'abord donné naissance au périderme. Mais, dans cette assise profonde, les cellules tabulaires, au lieu de se subérifier, continuent à se diviser; seulement les cloisons ne s'y forment plus transversalement, mais bien longitudinalement et dans divers sens : c'est dans trois directions différentes qu'elles coupent les cellules tabulaires perpendiculairement à leur largeur, et cette segmentation se répète ensuite sans changer de sens, autour d'une ou de plusieurs cellules qui servent de centre à cette formation et où les cloisons sont autrement disposées. Cette segmentation, répétée perpendiculairement à trois rayons autour d'un centre, rappelle le cloisonnement qui se produit dans la cellule apicale de l'extrémité de la tige des cryptogames vasculaires. Dans la bouture elle donne naissance, à l'intérieur de chaque assise de cellules plates, à des segments étroits, pointus, allongés autour du centre de formation et qui présentent, à part leur direction particulière, tous les caractères du bois traumatique. Seulement, au lieu d'être allongés parallèlement les uns aux autres dans le sens de la longueur de la tige, comme les éléments normaux et traumatiques qui se forment dans la couche normale d'accroissement, les éléments ligneux du plancher transversal qui s'organise dans la moelle sont enroulés autour de centres celluleux qu'il semble naturel d'assimiler à des rayons médullaires, mais qui sont arrondis et dirigés verticalement. C'est une disposition tout à fait comparable à celle que présentent les fibres dans le bois madré. Les madrures ont été généralement observées dans les bourrelets qui se forment à la suite de blessures et dans lesquels se développent de nombreux bourgeons adventifs très grêles et où la vie s'éteint promptement. La présence de ces petits corps a été considérée comme produisant le contournement des fibres, à cause de l'obstacle qu'ils mettent à leur allongement. On voit qu'il n'en est pas ainsi au moins pour le bois traumatique madré qui se forme dans la moelle: là la disposition des fibres est sinueuse dès le premier moment de leur formation; elle est due à l'orientation toute particulière des cloisons qui se produisent dans les grandes cellules d'où tous les éléments traumatiques tirent leur origine. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la véritable situation de l'embouchure du Chiré et sur le canal de communication qui relie cette rivière au fleuve Zambèse.* Note de **M. P. Guyot.**

« Lors du voyage d'exploration que nous avons fait, en 1881, dans la Zambésie, nous avons constaté deux faits géographiques sur lesquels nous voulons, dès aujourd'hui, appeler l'attention de l'Académie. Jusqu'à présent, on avait cru que la rivière Chiré se jetait dans le Zambèse presque au pied de cette montagne que l'on désigne sous le nom de Chamouara, dans l'Afrique intertropicale, à près de 18° de latitude sud. Selon nous, cette croyance est erronée, et nous croyons avoir recueilli les preuves que le Chiré se jette dans un grand lac, du nom de Lydia, sur les bords duquel se trouve le village de Pinda, au-dessus de la chaîne de montagnes dite *Morumballa*, dont Livingstone estime à 1000^m la hauteur au-dessus du niveau de la plaine.

» Le lac Lydia, dont la surface est d'environ 20000 hectares, est, pendant une grande partie de l'année, recouvert de plantes aquatiques, dont la principale est le chiroulou ou alfacynia, plus connue sous le nom de *laitue aquatique*, et le nyika ou châtaigne d'eau, dont les noirs sont si friands. La navigation est très difficile sur ce lac, au milieu de cette belle végétation, et parfois c'est pendant plusieurs jours qu'on cherche, mais en vain, la passe qui permet d'entrer sur le Chiré. Néanmoins, si par la voie de terre on gagne la rivière, et que, la prenant dans le sens de son cours, on laisse ses côxes ou ses almandias descendre au gré de l'eau, on finit par rencontrer le point exact où le Chiré vient confondre ses eaux avec celles du lac.

» En cet endroit, la rivière n'a que 200^m de largeur; sa profondeur par places est à peine de $0^m,90$ à 1^m, avec un courant très peu fort, mais que nous n'avons pas pu déterminer.

» On avait jusqu'à ce jour admis que le Chiré alimentait le lac Lydia et qu'ensuite, reprenant son cours sensiblement vers le sud quelques degrés E., il finissait par se jeter dans le Zambèse à la Chamouara. Lorsque cette opinion a été émise, le lac Lydia n'avait jamais été exploré, et l'existence d'un canal dont la direction est d'abord O.-S.-O à E.-N.-E, puis ensuite presque E., n'était pas connue.

» C'est ce canal, appelé Zio-Zio par les naturels, que nous avons relevé et qui nous a permis d'abréger notre exploration en allant directement, de

Pinda à Sennanove, près de l'ancienne ville portugaise de Senna, si souvent ravagée par les Landins. Le canal Zio-Zio coule constamment, ainsi que nous l'avons constaté à diverses reprises, du Zambèse au lac; sa largeur, parfois de 1200^m à 1500^m sur une profondeur de plusieurs mètres, est souvent coupée par des îles importantes où l'on a bâti plusieurs villages; celui de Cobert, entre autres, est partagé en plusieurs sections et les terrains environnants sont cultivés par les naturels. Son débit est de beaucoup supérieur à celui du Chiré, et, nous pouvons le dire, le lac Lydia est plutôt alimenté par le Zio-Zio que par le Chiré.

» S'il en est ainsi, on se voit dans la nécessité d'admettre que le Zambèse, qui se ramifie en un grand nombre de branches avant de se jeter dans l'océan Indien, possède aussi, à partir de Senna, un déversoir important, qui, passant au sud-est de la grande chaîne des Maganjas, enserre, comme dans une île, tout le territoire compris entre Sennanove et Chamouara, et que c'est vers le milieu du parcours de ce canal que le Chiré vient se jeter, en cet endroit où la dépression du terrain a permis au lac Lydia de se former.

» Le canal Zio-Zio, inconnu des explorateurs pendant ces dernières années, fournit des ressources abondantes, et les villages de Mainga, Munisson, Muniemba, bâtis sur ses bords, permettent aux voyageurs de se ravitailler. »

M. D. **Tommasi**, à propos d'une réclamation de priorité de MM. Bartoli et Papasogli (*Comptes rendus,* séance du 15 mai 1882), écrit à l'Académie qu'il n'avait parlé que d'une manière incidente des faits dont il s'agit, et qu'il n'avait pas cru devoir, dans une Note très courte, faire allusion aux droits incontestés de MM. Bartoli et Papasogli.

M. **Delaurier** adresse une Note « Sur la translation des aiguilles aimantées vers le nord ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 mai 1882.

Des mouvements de la population à Montauban; par le Dr Giraud. Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Travaux de médico-chirurgie du Dr Ch. Brame. Tours, 1882; 1 vol. in-8° relié. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Cyclides et encyclides. Vapeurs de mercure, d'iode et de soufre à la température ordinaire; par le Dr Ch. Brame. Saint-Denis, imp. Lambert, 1882; opuscule in-8°.

Chimie pratique. Des chlorures et des chlorhydrates; par le Dr Ch. Brame. Tours, imp. Rouillé-Ladevèze, 1882; opuscule in-8°.

J. Carvallo. *Loi des nombres premiers.* Meulan, imp. Masson, 1881; opuscule in-8°. (Extrait de *l'Annuaire de la Société philotechnique*).

Précis de thermométrie clinique générale; par le Dr P.-F. da Costa Alvarenga, traduit du portugais par le Dr L. Papillaud. Lisbonne, imp. Mattos Moreira et Cardosos, 1882; in-8°.

Publication des Königl. Preuss. geodätischen Instituts. Das rheinische Dreiecksnetz. III. Heft : *Die Netzausgleichung.* Berlin, P. Stan. Kiewicz, 1882; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 mai 1882.

Etude des Mammifères fossiles de Ronzon (Haute-Loire); par M. H. Filhol. Sans lieu ni date; 1 vol. in-8°.

Considérations sur la pêche de la sardine; par P. Launette. Chez l'auteur, à Larmor-en-Plœmeur, 1876; opuscule in-8°.

Le Congrès géographique international de Venise (septembre 1881); par M. L. Drapeyron. Paris, Delagrave, 1882; br. in-8°.

La constitution de Carthage d'après Aristote et Polybe; par M. L. Drapeyron. Paris, Delagrave, 1882; br. in-8°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena, t. XX, parte I-II. Modena, 1880-1881; 2 vol. in-4°.

Ouvrages adressés aux concours dont la cloture est fixée au 1er juin.

Prix Dalmont.

Etudes sur les équilibres chimiques; par G. Lemoine. Paris, Dunod, 1881; in-8°. (Brochures diverses.)

Nouvelle Mécanique industrielle; par M. L. Pochet. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

Théorie du mouvement en courbe sur les chemins de fer; par M. L. Pochet. Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Mémoire sur la mise en valeur de la plaine de l'Habra (province d'Oran, Algérie). Paris, Dunod, 1875; in-4°.

PRIX LALLEMAND.

Contribution à l'étude du rôle du système nerveux dans les affections du cœur; par Ed. Lamarre. Paris, G. Masson, 1882; in-8.

Iconographie photographique de la Salpêtrière (service de M. Charcot); par Bourneville et P. Regnard. Paris, Ad. Delahaye, 1876-1880; 3 vol. in-4° reliés. (Présenté par M. P. Bert.)

Nuove ricerche sull' origine reale dei nervi cerebrali, sull' origine reale dei nervi spinali; sur la structure de la moelle épinière; par M. J.-B. Laura. Turin, H. Lœscher et Paravia, 1878-1882; 3 br. in-4° et in-8°.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

Recherches expérimentales sur les variations pathologiques des combustions respiratoires; par le Dr P. Regnard. Paris, Ad. Delahaie, 1879; in-8°. (Présenté par M. P. Bert.)

PRIX BARBIER.

De la lithotritie rapide; par le Dr Reliquet. Paris, Ad. Delahaie et Lecrosnier; br. in-8°.

Traitement chirurgical de quelques maladies de la peau; par M. le Dr Vidal. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1882; br. in-8°.

Traitement du lupus par les scarifications linéaires; par le Dr E. Vidal. Paris, G. Masson, 1880; br. in-8°.

PRIX PONTI.

L'Homme et l'Animal devant la méthode expérimentale; par le Dr A. Netter. Paris, E. Dentu, 1882; in-12.

PRIX GODARD.

Etude sur la lithotritie à séances prolongées; par le Dr E. Desnos. Paris, O. Doin, 1882; in-8°.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Sur l'absorption par le péritoine; par L. Dubar et Ch. Remy; 1 vol. in-8° en épreuves.

De la fièvre dite bilieuse et inflammatoire à la Guyane; par le Dr P. BUROT. (Présenté par M. le baron Larrey, avec un Mémoire manuscrit.)

La métallothérapie contre les maladies nerveuses; par le Dr V. BURQ; 1 vol. in-8° en épreuves.

La métallothérapie à Vichy contre le diabète et la cachexie alcaline; par le Dr V. BURQ. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°.

Abrégé historique d'une découverte nécessaire à la population française; par le Dr LANTIER. Nevers, typog. Mazeron, 1881; opuscule in-8°.

Contribution à l'étude de la ténosite crépitante et séreuse (aï douloureux), produite par torsion de la main sur l'avant-bras; par le Dr R. LARGER. Paris, Germer-Baillière, 1882; in-8°.

PRIX DESMAZIÈRES.

Les champignons figurés et desséchés; par MM. E. DOASSANS et N. PATOUILLARD, tome I. Paris, Frédéric Henry, 1882; 2 vol. in-8°.

Sphagnologia Europea. Descriptions et figures des sphaignes de l'Europe; par T. HUSNOT. Cahan, par Athis (Orne), chez l'auteur. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

PRIX DE STATISTIQUE.

Congrès national de Bordeaux pour l'amélioration du sort des sourds-muets. Rapport de statistique présenté en séance, le jeudi 11 *août* 1881; *par* M. A. HOUDIN. Bordeaux, Féret et fils; Paris, Librairie moderne, 1882; in-8°.

Ministère des Travaux publics. Direction des cartes, plans et archives et de la statistique graphique, juillet 1881. Paris, Imp. nationale, 1881; in-8°.

Bulletin du Ministère des Travaux publics. Statistique et législation comparée, 2e année, t. III et IV; 3e année, janvier à avril 1882. Paris, Imp. nationale; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 8 mai 1882.)

Page 1295, ligne 17, *ajoutez entre crochets*

$$+114,8\,i'^3\cos^2\mathcal{D}'\cos 2(\mathcal{A}-\mathcal{A}'-\varphi-24°,15).$$

Même page, ligne 18, *au lieu de* $\sin x$, *lisez* $\sin 2x$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUIN 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur les sels doubles préparés par fusion;* par MM. Berthelot et Ilosvay.

« 1. Les sels doubles peuvent être préparés par deux voies distinctes : par voie humide, c'est-à-dire en faisant réagir en présence de l'eau les sels simples ou les corps susceptibles de leur donner naissance; ou bien par voie sèche, en fondant ensemble les sels simples ou les corps susceptibles de leur donner naissance. C'est ainsi que le mélange des carbonates de potasse et de soude fond plus aisément que chacun des sels séparés (Mitscherlich) : de même, le mélange des deux sulfates (Rose), des deux azotates (220° au lieu de 333°, 5 pour AzO^6K et 306° pour AzO^6Na, d'après Person); de même, le mélange des sulfates de soude et de baryte, celui des carbonates de soude et de baryte (Berthier), etc. Quelques-uns des sels doubles ainsi formés manifestent même leur existence par voie humide, tant à l'état de combinaison complète et isolée que dans l'état dissocié, par exemple au sein des précipités, dont ils ralentissent les lavages. Par voie sèche, ils interviennent dans les réactions et doubles décompositions, au même titre que les hydrates salins par voie humide, c'est-à-dire en raison de leur cha-

leur propre de formation et de leur état de dissociation : double condition qui règle les équilibres, aussi bien par voie sèche que par voie humide, conformément aux règles de Statique chimique que l'un de nous a exposées et justifiées par des exemples aussi nombreux que décisifs.

» 2. Nous avons entrepris l'étude méthodique des sels doubles préparés par fusion et formés par les sels d'un même acide uni aux bases alcalines et alcalino-terreuses, tels que les carbonates, les sulfates, les chlorures de potassium, de sodium, de baryum, de strontium, de calcium, de magnésium : soit en tout quinze sels simples, associés deux à deux, suivant diverses proportions, de façon à constituer trois séries régulières, comprenant quarante et un systèmes doubles, lesquels ont été étudiés d'abord quelques instants après leur solidification, puis deux mois plus tard, afin de permettre aux composés de parvenir à un état final bien déterminé.

» 3. Nous avons reconnu ainsi que les sels doubles anhydres appartiennent à deux catégories distinctes; les uns sont stables, c'est-à-dire qu'ils subsistent indéfiniment à la température ordinaire : tels sont les chlorures doubles de potassium et de magnésium, les sulfates doubles de magnésium et de potassium ou de sodium, les carbonates doubles de potasse et de soude, etc. De tels sels doubles sont formés, même à froid, avec dégagement de chaleur. Les autres sels doubles, préparés par voie de fusion à une température rouge ou voisine, subsistent tout d'abord à la température ordinaire, mais non d'une manière définitive; car ils se transforment peu à peu, tantôt rapidement, tantôt lentement, en revenant à l'état de sels simples. Ce sont des combinaisons formées vers le rouge, sans doute avec dégagement de chaleur, comme toute combinaison directe; elles dégagent également de la chaleur en se décomposant, non plus au rouge, mais à la température ordinaire : ce qui explique leur instabilité. Une telle opposition entre les conditions de leur formation au rouge et à froid résulte de l'inégalité des chaleurs spécifiques et des chaleurs de fusion; elle impose, comme nous avons eu occasion de le dire souvent, une grande réserve lorsqu'on veut étendre aux réactions produites à de hautes températures les conclusions tirées des chaleurs de formation mesurées à la température ordinaire. Il est clair que les chaleurs de formation doivent être évaluées aux températures mêmes des réactions ([1]).

([1]) On voit par là qu'il n'est pas légitime d'étendre à des températures très élevées, telles que 2000° ou 3000°, température de combustion des mélanges gazeux de l'hydrogène avec l'oxygène ou le chlore, les conclusions déduites des chaleurs de combinaison mesurées au voisinage de zéro.

» 4. Exposons les principes thermochimiques sur lesquels reposent les méthodes employées dans notre recherche. La chaleur dégagée par la formation des sels doubles (F_t) ne peut, dans presque aucun cas, être mesurée directement. Mais on l'évalue en traitant à froid, par un même dissolvant, employé dans des proportions identiques et à la même température t : d'une part, le sel double (ce qui produit D_t), d'autre part ses composants (Δ_t et Δ'_t), et en mêlant (Q_t) les deux dernières solutions [1]

$$F_t = - D_t + \Delta_t + \Delta'_t + Q_t.$$

» Observons ici que, lorsqu'il s'agit de sels alcalins ou alcalino-terreux, pris en solutions étendues, la chaleur Q_t dégagée par le mélange des composants est très petite et même négligeable dans la plupart des cas. Il en résulte que, toutes les fois que le sel double est formé avec dégagement de chaleur, *la chaleur de dissolution du sel double est moindre que la somme de celles des composants. Si la dissolution a lieu avec absorption de chaleur, cette absorption est plus grande pour le sel double que pour les sels composants*, afin de compenser l'énergie perdue dans la combinaison.

» Mais ces expériences et cette formule sont insuffisantes pour exprimer la chaleur de formation du sel double à une autre température T, au rouge par exemple; il convient alors de modifier la formule, en tenant compte des chaleurs spécifiques moléculaires, C, C_1 et C_2 des trois sels, et, dans le cas où l'on raisonne sur les sels fondus, de leurs chaleurs de fusion respectives, φ, φ_1 et φ_2. On a alors [2]

$$F_T = F_t + (C_1 + C_2 - C)(T - t) + \varphi_1 + \varphi_2 - \varphi.$$

» La chaleur de formation du sel double à la température T, à laquelle il prend réellement naissance, pourra donc être fort différente de cette chaleur à la température t, calculée d'après les expériences de dissolution faite à la température ordinaire; elle sera même parfois de signe contraire pour des valeurs convenables des chaleurs spécifiques et surtout des chaleurs de fusion.

» En d'autres termes, un sel double formé avec dégagement de chaleur vers le rouge et dans l'état fondu pourra se présenter à la température or-

---

(1) Si l'un des composants est insoluble, $\Delta_t = 0$.

(2) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 105 : C, C_1, C_2 représentent ici les chaleurs spécifiques moyennes pendant l'intervalle $T - t$; sans qu'il soit fait de distinction à cet égard entre l'état solide et l'état liquide des corps envisagés.

dinaire comme un composé formé avec absorption de chaleur. On connaît déjà plus d'un exemple de combinaison exothermique, susceptible de devenir endothermique par un abaissement de température [1]. Or une telle combinaison représente, dans la plupart des cas, un système provisoire et mobile, lequel tend de lui-même à reprendre son état d'équilibre le plus stable, sous l'influence du temps et de certaines actions mécaniques. Il en est de même de ces alliages métalliques qui se réchauffent spontanément, quelque temps après leur solidification; probablement à cause de la décomposition exothermique de quelque composé formé dans l'état de liquidité.

» 5. Ici se présente une observation. Les sels simples eux-mêmes, récemment fondus et solidifiés, ne prennent pas toujours immédiatement leur état définitif. Person en avait fait la remarque il y a longtemps, et les physiciens ont observé, à diverses reprises, des faits analogues; nous en avons signalé quelques-uns. Mais, en les examinant de près, il est facile de reconnaître que, toutes les fois qu'il s'agit de *sels simples*, les quantités de chaleur ainsi retenues dans les premiers moments sont très petites. Person a trouvé un écart de $+ 0^{Cal},09$ pour NaCl. L'un de nous a signalé récemment, pour HgCl, un écart de $+ 0,4$; pour HgBr : $+ 0,3$.

» Nous avons cru utile de reprendre ces mesures pour les sels simples que nous nous proposions d'associer. Voici des écarts observés entre les chaleurs de dissolution des sels fondus et celles des mêmes sels simplement desséchés, la dissolution étant opérée à la même température et avec les mêmes quantités d'eau. Ces écarts sont tous positifs, ce qui en définit nettement le caractère. La limite d'erreur est $\pm 0,03$.

	Dissous aussitôt.	Après deux mois.
KCl fondu	+ 0,16	+ 0,04
KBr	+ 0,04	»
KI	+ 0,06	»
NaCl	+ 0,25	+ 0,01
BaCl	+ 0,02	»
SrCl	+ 0,30	+ 0,00
SO^4K	+ 0,16	+ 0,01
SO^4Na (sel vitreux)	+ 0,48	+ 0,10
CO^3K	+ 0,18	+ 0,06
CO^3Na	+ 0,35	»

» Pour les sels doubles, les écarts sont souvent beaucoup plus considé-

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 32 et 33.

rables, ainsi qu'il sera dit bientôt, parfois dans la proportion de 1 : 10 : diversité qui justifie notre interprétation. L'un de nous avait trouvé déjà des écarts s'élevant jusqu'à $+ 2^{Cal},6$ pour la chaleur de dissolution de l'hydrate de chloral récemment solidifié; mais c'est aussi là précisément un cas dans lequel le système retient un excès d'énergie, à cause de l'état de dissociation partielle de l'hydrate, qui se reconstitue lentement.

» 6. Avant d'aborder l'étude des sels doubles, donnons d'abord le tableau suivant, indispensable à nos calculs, lequel comprend la chaleur de dissolution des sels simples employés dans nos essais, à toute température t voisine de 15°, dans une quantité d'eau voisine de 100 H^2O^2 pour un poids équivalent. Il a été établi d'après les mesures de M. Berthelot, celles de M. Thomsen, et les déterminations des chaleurs spécifiques des dissolutions par M. de Marignac :

	gr	Cal
KCl	(74,6)..........	— 4,49 + 0,0354 (t — 15°)
KBr	(119,1)..........	— 5,13 + 0,0380 (t — 15°)
KI	(166,1)..........	— 5,07 + 0,0360 (t — 15°)
NaCl	(58,5)..........	— 1,26 + 0,0295 (t — 15°)
BaCl	(104,1)..........	+ 0,96 + 0,0348 (t — 15°)
SrCl	(79,3)..........	+ 5,57 + 0,0373 (t — 15°)
CaCl	(55,5)..........	+ 8,74 + 0,0362 (t — 15°)
MgCl	(47,5)..........	+17,74 + 0,0393 (t — 15°)
SO^4K	(87,1)..........	— 3,29 + 0,0365 (t — 15°)
SO^4Na	(71,0)..........	+ 0,23 + 0,0263 (t — 15°)
SO^4Mg	(60,0)..........	+10,00 + 0,0370 (t — 15°)
CO^3K	(69,1)..........	+ 3,25 + 0,0370 (t — 15°)
CO^3Na	(53,0)..........	+ 2,81 + 0,0220 (t — 15°)

» 7. Voici maintenant le tableau des chaleurs de dissolution dans 20 à 30 parties d'eau, observées avec les mélanges des sels précédents, mélangés deux à deux, dans des rapports équivalents, et fondus ensemble. On a opéré d'abord (I) avec le système récemment fondu et simplement concassé; puis (II) avec le même système, conservé pendant deux mois environ et pulvérisé. En regard de chaque nombre se trouve le chiffre calculé d'après les nombres ci-dessus. Chaque mesure a été répétée deux et trois fois. Nous exposerons ensuite les conséquences qui résultent de ces observations.

Formule du système.		Chaleur de dissolution trouvée.	calculée.	Différence F.
		°		
KCl + KBr.......	I.	— 9,09 à 15,5	— 9,66	—0,57
»	II.	— 9,07 à 17,3	— 9,42	—0,35
KCl + KI........	I.	— 8,78 à 16,1	— 9,55	—0,77
»	II.	— 9,42 à 16,7	— 9,41	+0,01
KBr + KI[1]......	I.	— 9,46 à 16,3	—10,32	—0,86
»	II.	— 9,90 à 17,1	—10,04	—0,14
KCl + NaCl[2]...	I.	— 4,83 à 13,0	— 5,90	—1,07
»	II.	— 4,97 à 14,7	— 5,74	—0,77
2KCl + NaCl.....	I.	— 7,25 à 7,2	—11,04	—3,79
»	II.	— 8,53 à 14,7	—10,21	—1,68
KCl + 2NaCl......	I.	— 5,41 à 15,0	— 6,98	—1,57
»	II.	— 5,99 à 14,8	— 6,99	—1,00
KCl + BaCl.......	I.	— 2,47 à 9,1	— 3,97	—1,50
»	II.	— 2,23 à 13,3	— 3,62	—1,29
KCl + SrCl.......	I.	+ 1,63 à 14,5	— 1,02	—0,61
»	II.	+ 1,35 à 13,9	— 1,03	—0,32
KCl + CaCl.......	I.	+ 3,65 à 10,2	— 3,88	+1,23
»	II.	+ 2,93 à 14,0	+ 4,22	+1,29
KCl + MgCl......	I.	+11,76 à 12,3	+13,04	+1,28
»	II.	+11,69 à 15,5	+13,32	+1,63
2KCl + MgCl.....	I.	+ 6,22 à 12,9	+ 8,49	+2,27
»	II.	+ 6,76 à 15,6	+ 8,88	+2,12
KCl + 2MgCl.....	I.	+28,08 à 16,4	+31,19	+3,11
»	II.	+28,22 à 18,3	+31,16	+2,94
KCl+2(MgCl,6HO)	I.	— 2,96 à 15,4[3]	— 1,82	+1,14
NaCl + BaCl......	I.	— 0,45 à 9,6	— 0,65	—0,20
»	II.	— 0,33 à 13,4	— 0,31	—0,02
NaCl + SrCl......	I.	+ 4,41 à 12,0	+ 4,11	—0,30
»	II.	+ 4,54 à 14,7	+ 4,33	—0,21
NaCl + CaCl......	I.	+ 7,45 à 9,5	+ 7,12	—0,33
»	II.	+ 7,52 à 15,8	+ 7,54	—0,02
BaCl + SrCl......	I.	+ 7,14 à 14,9	+ 6,53	—0,61
»	II.	+ 7,02 à 15,6	+ 6,57	—0,45
BaCl + CaCl......	I.	+10,08 à 15,0	+ 9,70	—0,38
»	II.	+ 9,86 à 15,4	+ 9,72	—0,14

Formule du système.		Chaleur de dissolution trouvée.	calculée.	Différence F.
		°		
SrCl + CaCl......	I.	+16,21 à 15,0	+14,31	—1,90
»	II.	+16,00 à 15,5	+14,34	—1,66
$SO^4K + SO^4Na$....	I.	— 2,69 à 11,6	— 3,20	—0,51
»	II.	— 2,54 à 16,1	— 3,02	—0,58
$2SO^4K + SO^4Na$...	I.	— 1,91 à 11,7	— 3,19	—1,28
»	II.	— 1,82 à 16,2	— 2,79	—0,97
$SO^4K + 2SO^4Na$..	I.	— 6,66 à 11,7	— 6,71	—0,05
»	II.	— 6,37 à 16,1	— 6,27	+0,10
$SO^4K + SO^4Ba$....	I.	— 2,79 à 13,6	— 3,37	—0,58
»	II.	— 2,87 à 17,1	— 3,24	—0,37
$2SO^4K + SO^4Ba$...	I.	— 5,95 à 13,6	— 6,71	—0,76
»	II.	— 5,59 à 17,1	— 6,45	—0,86
$SO^4Na + SO^4Ba$...	I.	+ 0,98 à 13,4	+ 0,19	—0,79
»	II.	+ 1,08 à 17,1	+ 0,99	—0,09
$2SO^4Na + SO^4Ba$..	I.	+ 1,34 à 13,4	+ 0,38	—0,96
»	II.	+ 0,65 à 17,6	+ 0,60	—0,05
$SO^4K + SO^4Sr$....	I.	— 2,31 à 13,1	— 3,39	—1,08
»	II.	— 2,845 à 15,9	— 3,29	—0,45
$2SO^4K + SO^4Sr$...	I.	— 5,40 à 12,9	— 6,78	—1,38
»	II.	— 5,88 à 16,0	— 6,54	—0,66
$SO^4Na + SO^4Sr$...	I.	+ 1,47 à 14,2	+ 0,21	—1,26
»	II.	+ 0,97,	+ 0,26	
	puis	+ 0,81 à 16,1		—0,55
$2SO^4Na + SO^4Sr$..	I.	+ 2,61 à 13,1	+ 0,36	—2,25
»	II.	+ 2,81,	+ 0,26	
	puis	+ 2,02.		—1,77
$SO^4K + SO^4Mg$[4].	I.	+ 3,65 à 17,0	+ 6,82	+3,17
»	II.			
$SO^4Na + SO^4Mg$[4].	I.	+ 8,55 à 17,0	+10,35	+1,80
»	II.	+ 8,33 à 19,1	+10,49	+2,16
$CO^3K + CO^3Na$[5].	I.	+ 4,11 à 12,0	+ 5,88	+1,77
»	II.	+ 4,05 à 14,4	+ 6,03	+1,89

(1) *Voir* les expériences de l'un de nous sur le chloro-iodure de mercure récemment fondu (*Comptes rendus*, même volume, p. 487).

(2) M. Ostwald a trouvé même, pour le système récemment fondu : à 14°,2, — 3,62; après deux mois, — 5,98.

(3) Sel cristallisé.

(4) La dissolution des deux sulfates doubles magnésiens est excessivement lente, ce qui diminue la précision des mesures.

(5) M. Ostwald a trouvé, pour le système récemment fondu : + 3,86; après deux mois, + 3,90, à 18°,5.

Formule du système.		Chaleur de dissolution trouvée.	calculée.	Différence F.
ƆO³K + CO³Na..	I.	+ 6,61 à 12°,0	+ 9,02	+2,41
»	II.	+ 6,63 à 14,4	+ 9,26	+2,63
ƆO³K + CO³Na..	I.	+12,60 à 12,7	+12,23	−0,37
»	II.	+12,15 à 14,6	+12,51	+0,36
ƆO³K + CO³Na..	I.	+15,94 à 12,6	+15,39	−0,45
»	II.	+15,53 à 14,7	+15,76	+0,23
Ɔ³K + 2CO³Na..	I.	+ 7,75 à 16,1	+ 8,55	+0,80
»	II.	+ 7,66 à 14,8	+ 8,86	+1,20
CO³K + 3CO³Na..	I.	+11,64 à 13°,8	+11,55	−0,09
»	II.	+11,23 à 15,9	+11,77	+0,54
CO³K + 4CO³Na...	I.	+15,45 à 13,8	+14,33	−1,12
»	II.	+15,24 à 16,0	+14,60	−0,64
CO³K + CO³Ba....	I.	+ 4,29 à 12,5	+ 3,16	−1,13
»	II.	+ 4,56 à 14,7	+ 3,24	−1,32
CO³Na + CO³Ba...	I.	+ 2,60 à 12,7	+ 2,76	+0,16
»	II.	+ 3,09 à 14,5	+ 2,80	+0,29

RAPPORTS.

HISTOIRE NATURELLE. — *Rapport sur l'expédition du cap Horn;* par M. Henri Milne-Edwards.

« La Mission météorologique du cap Horn, organisée par les soins du Ministère de la Marine, doit se mettre en route sous peu de jours, et séjourner pendant plus d'une année dans la partie sud de l'archipel Magellanique. Elle pourra rendre aux Sciences naturelles d'importants services, et les deux médecins qui en font partie, M. le Dr Hyades et M. le Dr Han, se sont mis à la disposition de l'Académie pour former dans ces parages les collections et y faire les observations que l'Académie leur indiquerait.

» Une Commission composée des Membres des Sections de Zoologie, de Botanique et de Minéralogie, a été chargée des instructions pour ces voyageurs. Dès aujourd'hui elle croit devoir prier M. le Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, en sa qualité de Président de la Commission ministérielle du cap Horn, de veiller aux mesures nécessaires pour le règlement de quelques questions d'ordre administratif dont la solution nous paraît urgente.

» Les recherches zoologiques, botaniques et géologiques qui pourraient être faites dans les parages du cap Horn sont d'une grande importance. Afin de profiter le plus possible des circonstances exceptionnellement favorables résultant du long séjour de l'expédition météorologique au cap Horn, notre Commission aurait voulu pouvoir adjoindre à la Mission trois savants spéciaux : un zoologiste, un botaniste et un géologue. Les ressources limitées dont l'administration dispose ne permettent pas, à notre grand regret, une telle augmentation du personnel. Le concours des deux médecins de l'expédition nous est assuré, il est vrai, mais leur zèle n'y

suffirait pas si l'on ne mettait à la disposition de la Mission météorologique un préparateur qui, sous la direction de M. le Dr Hyades, serait chargé des soins matériels à donner aux collections, dont la formation et la bonne conservation seront indispensables pour l'utilisation ultérieure des récoltes d'Histoire naturelle effectuées sous sa direction. La mise en peau des Mammifères et des Oiseaux, la préparation des pièces osseuses et des herbiers, la récolte des insectes et beaucoup d'autres opérations analogues nécessitent des connaissances techniques particulières que les médecins ne possèdent pas d'ordinaire, et ces travaux manuels emploient plus de temps que n'en peuvent disposer les officiers chargés du service de santé. Il nous paraît donc indispensable de donner à M. Hyades un aide de ce genre. L'augmentation de dépense qui en résultera sera minime, et nous sommes persuadés que, si l'Académie en fait la demande, le Ministre de l'Instruction publique voudra bien la prendre en considération.

» En prévision de la réalisation de nos vœux à ce sujet, nous proposons à la désignation du Ministre, comme préparateur-collecteur, M. Sauvinet, qui remplit des fonctions analogues au Muséum d'Histoire naturelle et qui réunit toutes les conditions voulues à sa confiance.

» En résumé, la Commission voudrait : 1° obtenir de l'Académie une allocation de 1500fr pour les frais d'équipement et l'entrée en campagne du préparateur (M. Sauvinet);

» 2° Obtenir du Ministère de l'Instruction publique, pour le même employé, une indemnité de 5fr par jour pour frais de nourriture et un traitement de 150fr par mois. Total, pour l'année, 3625fr;

» 3° Obtenir du Ministère de la Marine que M. Sauvinet fût inscrit sur le rôle de l'équipage et admis à la table des sous-officiers. »

ZOOLOGIE. — *Instructions zoologiques destinées aux membres de la Mission du cap Horn.* Rapport de M. **Alph. Milne-Edwards.**

« L'étude de la faune antarctique a été longtemps délaissée : les naturalistes pensaient que ces régions, pour la plupart désertes et d'un aspect désolé, n'étaient habitées que par des animaux émigrés des contrées plus chaudes. On sait aujourd'hui que, si les choses se sont passées de la sorte pour la plupart des espèces terrestres, il en est tout autrement pour celles qui habitent les profondeurs ou les rivages de la mer. On reconnaît dans la région antarctique un foyer zoogénique spécial; la faune des parties froides de l'hémisphère sud présente autour du globe une grande unifor-

mité. Riche en individus, elle est pauvre en espèces; mais elle est pourvue d'un nombre considérable de types organiques qu'on ne rencontre pas ailleurs et qui sont des plus remarquables. Aussi les recherches zoologiques entreprises au cap Horn et dans l'archipel Fuégien ne peuvent manquer d'être fructueuses.

» Les terres antarctiques américaines ont été incomplètement explorées par les naturalistes. Les nombreux navires qui doublent le cap Horn en craignent les approches, et ils se tiennent d'ordinaire au large; ceux qui se sont engagés entre les îles innombrables de la pointe sud de l'Amérique et qui y ont séjourné poursuivaient des études géographiques, hydrographiques ou d'ordre physique, et l'Histoire naturelle ne pouvait les occuper que d'une façon tout à fait secondaire. C'est cependant à ces expéditions que nous devons la plupart des renseignements que nous possédons sur les animaux de ces régions; les noms de Cook et de son compagnon Forster, de Ross, de Dumont-d'Urville, de Wilkes, de Fitz-Roy et de Darwin sont inséparables de l'histoire naturelle des parties extrêmes de l'hémisphère austral. Nous devons aussi des renseignements précieux aux pêcheurs de baleines et aux chasseurs de phoques; plusieurs de ces hardis marins, guidés par des intérêts commerciaux, ont fouillé ces parages dans toutes les directions et ont consigné dans leurs narrations une foule de faits très importants pour l'étude de la Zoologie. Plus récemment le capitaine Abbott séjourna quelque temps aux îles Falkland, dans l'établissement anglais de Stanley, et en étudia les productions; le Dr Cunningham et le Dr Coppinger explorèrent avec soin quelques-unes des îles de la pointe patagonienne; le Dr Savatier, médecin de la *Magicienne*, fit des recherches heureuses dans le détroit de Magellan, et un navire anglais, *le Challenger*, exécuta des dragages entre les îles Falkland et le littoral américain.

» Les faits nouveaux ainsi acquis à la Science montrent la richesse de ce champ d'exploration et promettent de riches moissons aux membres de la Mission du cap Horn. Restant pendant une année entière dans les mêmes localités, ils pourront se rendre compte des changements que la succession des saisons amène dans la composition de la faune, ils pourront étudier les migrations des animaux et faire de leurs mœurs et de leurs conditions d'existence un examen attentif.

» Les grands Mammifères marins doivent attirer tout particulièrement leur attention. Les Phoques et les Otaries étaient autrefois très abondants

dans ces parages, mais ils en disparaissent rapidement. En 1800, lorsque Fanning visita les îles de la Géorgie australe, un navire venait de les quitter emportant 14000 peaux de Phoques; il s'en procura lui-même 57000, et il évalua à 112000 le nombre de ces animaux qui furent tués pendant les quelques semaines que dura la chasse de la saison.

» En 1822, un autre marin américain, Weddell, constata que les produits de la chasse des Phoques n'avaient pas diminué; il évalua à 1 200 000 le nombre des peaux déjà obtenues dans cette localité. La même année, on tua aux Shetland australes environ 320 000 Phoques à fourrure, et on y recueillit 940 tonnes d'huile de l'Éléphant marin ou Macrorhine, ce qui suppose la capture d'environ 650 de ces animaux gigantesques. Ces mêmes espèces abondaient à l'île Beauchêne, située à une vingtaine de lieues des îles Falkland; elles ont été trouvées dans cette dernière station, ainsi que sur d'autres îles de l'archipel Magellanique. Mais, pourchassés sans relâche par les pêcheurs, ces grands amphibiens, dont la croissance est lente et la fécondité très limitée, ont presque complètement disparu de ces parages, et il est à désirer que la Mission scientifique s'attache à recueillir le squelette et la dépouille des derniers survivants de ces espèces.

» Le capitaine Abbott signalait, il y a vingt ans environ, aux îles Falkland, les Éléphants de mer (*Macrorhina elephantina*); mais ils étaient devenus tellement rares qu'il ne les rencontra jamais vivants; les Lions de mer (*Otaria jubata*), encore communs sur la côte nord du Falkland occidental, les Phoques à fourrure (*Otaria falklandica*), qui vivent à l'entrée septentrionale du détroit de Berkeley, sur des rochers presque inaccessibles, et le Léopard de mer (*Stenorhynchus leptonyx*), qui ne se montre qu'accidentellement sur ces îles. D'autres espèces, telles que l'*Otaria Hookeri*, *Otaria Pernetti*, etc., habitent les mêmes régions, et méritent aussi d'être recherchées avec grand soin.

» Les grands Mammifères pisciformes, de la famille des Baleines, abondent dans les mers antarctiques; leur distribution géographique offre beaucoup d'intérêt et soulève plus d'une question importante de Zoologie générale. Les Cachalots se montrent parfois à la pointe sud de l'Amérique, et on ne devra jamais négliger, si ces énormes animaux viennent à la côte, d'en prendre les mesures exactes, de les photographier sur diverses faces et de recueillir, autant que possible, les pièces de leur squelette ou au moins leurs crânes. Les Globicéphales, les Orques et les Dauphins seront d'une préparation plus facile. La peau conservée dans du sel, le squelette

à l'état sec, permettront d'en déterminer l'espèce. Ces Cétacés sont si rares dans nos musées et si mal connus qu'on ne saurait trop s'appliquer à en réunir un grand nombre.

» Les Oiseaux aquatiques abondent non seulement dans les parties tempérées de la région australe, mais aussi dans la zone glaciale, jusqu'au voisinage du pôle, et le groupe le plus singulier que l'on y rencontre est sans contredit celui des Manchots ou *Pingouins*. Leurs ailes, garnies seulement de petites plumes analogues à des écailles, constituent de larges palettes pendantes et ressemblent d'une manière frappante aux nageoires des Dauphins; la marche leur est difficile et ils vivent presque toujours à la mer; à l'époque de la ponte, ils s'établissent à terre en nombre incalculable pour y couver leurs œufs et y élever leurs petits. L'une des principales stations occupées par les Manchots est le groupe des îles Falkland et l'archipel Magellanique; on y trouve réunies la moitié des espèces ou races dont se compose cette famille.

» Le représentant le plus remarquable de ce type est le grand et bel Oiseau désigné par les marins sous le nom de *roi des Pingouins* (*Aptenodytes Pennanti*); il niche aux Falkland, où il a été observé par Lecomte et par le capitaine Abbott; il a été vu aussi par Cunningham à l'île Tyssen, dans le détroit de Magellan. Doit-il être distingué spécifiquement du *Manchot empereur* (*Aptenodytes Forsteri*), qui habite plus au sud? Ce dernier est plus grand, ses plumes s'étendent davantage sur la mandibule inférieure, ainsi que sur le pied, les bandes jaunes qui ornent le cou sont plus développées, mais ces variations n'ont que peu d'importance, et, si l'on pouvait réunir une série nombreuse d'individus choisis avec soin, il est probable que l'on trouverait des intermédiaires rattachant l'une à l'autre ces deux prétendues espèces.

» D'autres Manchots, moins grands que les précédents et à tête surmontée d'aigrettes jaunes, vivent dans les mêmes parages : ce sont les Chrysolophes [1] et les Chrysocomes [2], nommés souvent par les navigateurs *Pingouins* ou *Gorfous sauteurs*, à raison de leur démarche, et *Manchots huppés* ou *Macaronis*, à cause de leurs aigrettes. Très communs autrefois aux Falkland, ils y deviennent plus rares; il y a donc lieu de les rechercher, car leur histoire présente encore bien des obscurités. Les zoologistes ont distingué sous le nom d'*Eudyptes nigrivestis*, d'*Eudyptes pachyrhyncha* et

---

(1) *Eudyptes chrysolopha*.

(2) *Eudyptes chrysocoma*.

d'*Eudyptes diademata* des oiseaux un peu différents, qui ne sont probablement que des variétés d'une seule et même espèce; pour résoudre cette question, il serait nécessaire de former des collections considérables comprenant non seulement des séries de squelettes, mais aussi de dépouilles choisies de manière à rendre compte de toutes les différences que ces Manchots peuvent présenter soit dans leur taille, soit dans leur forme, soit dans leur coloration; c'est en procédant ainsi qu'on pourra faire disparaître ces espèces nominales qui ne sont basées que sur des caractères transitoires ou d'importance secondaire. Nous signalerons encore d'autres Manchots, tels que les *Pygoscelis antarcticus*, qui abondent aux Falkland, où Lecomte en a vu près de 40000 réunis à Eagle-Point, le *Spheniscus Humboldtii* et le *Spheniscus Magellanicus*, et enfin une espèce dont il n'existe encore dans les musées d'Europe qu'un seul exemplaire trouvé par l'amiral Serres, près du cap Horn, à Charruca, et qui a été décrit par M. Oustalet sous le nom de *Microdyptes serresiana*. La manière dont ces Oiseaux construisent leurs nids, leur incubation, les soins qu'ils donnent à leurs jeunes, leur régime, leurs habitudes donneront certainement lieu à des observations fort intéressantes.

» D'autres Oiseaux de mer sont très nombreux dans l'archipel Magellanique : ce sont les Pétrels, les Albatros, les Chionis ou Bec-en-fourreau et les Cormorans, dont il importe de ne pas négliger l'étude. Les œufs, les jeunes aux divers âges, les adultes dans les différents plumages devront être préparés avec soin.

» L'étude des Poissons, des Crustacés, des Mollusques et des Zoophytes fournira, suivant toute probabilité, des faits nouveaux. L'expédition qui vient d'être faite récemment par le navire anglais *l'Alert* nous permet de l'espérer. Effectivement, ce bâtiment explora l'extrémité australe de la Patagonie, et des collections importantes furent faites par le D[r] Coppinger dans la partie orientale de la région magellanique, dans le voisinage de l'archipel Madre-de-Dios, sur la côte ouest de la Patagonie et plus au nord, jusqu'à Coquimbo.

» Le nombre des espèces marines inconnues découvertes pendant ce voyage est considérable. Elles comprennent 4 Poissons, 27 Mollusques, 6 Bryozoaires, 5 Crustacés, 10 Echinodermes, 3 Cœlentérés et 15 Spongiaires. Un tel résultat, obtenu en peu de temps, est bien fait pour encourager les naturalistes qui se préparent à explorer les mers magellaniques.

» Nous ne connaissons que d'une manière très imparfaite les Poissons qui y vivent; nous savons que le genre *Notothenia* y est représenté

par plusieurs espèces dont quelques-unes se trouvent aussi dans les parages de la Nouvelle-Zélande. Forster a rencontré en abondance, au milieu des amas de *Kelp*, dont les côtes du cap Horn sont encombrées, un autre petit Poisson qui a beaucoup d'affinités avec les Nothénias, et qui constitue un genre particulier, désigné sous le nom de *Harpagifer*. Parmi les espèces caractéristiques de la faune antarctique, nous citerons aussi la petite famille des Galaxides dont une espèce, le *Galaxias attenuatus*, habite depuis la Nouvelle-Zélande jusqu'au Chili. Beaucoup d'autres espèces, moins bien caractérisées, ont été capturées dans les mers de l'Amérique australe. Mais on est certainement loin d'avoir épuisé l'étude de cette partie de la faune.

» Nous pouvons en dire autant des animaux de la classe des Crustacés. Les îles nombreuses qui avoisinent l'extrémité sud du continent américain ont fourni aux naturalistes quelques espèces fort remarquables et inconnues dans les autres régions du globe. Tels sont les Séroles, que le voyageur américain Eights prit d'abord pour des Trilobites, mais qui, en réalité, prennent place dans le groupe des Isopodes. On en a distigué cinq espèces différentes. Beaucoup de Crustacés décapodes semblent caractériser la faune magellanique : les Eurypodes, les Halicarcinus, les Peltarions par exemple ; mais d'autres sont fort intéressantes, à raison des ressemblances qu'ils offrent avec des espèces propres à des régions lointaines : tels sont les Lithodes, dont quelques représentants vivent aussi dans les mers du Nord, tandis que la zone équatoriale en est tout à fait dépourvue.

» Certaines formes boréales ont aussi été signalées dans les mers antarctiques : tel est un Isopode du genre *Arcturus*, trouvé par Ross et qui ne lui parut différer en rien de l'*Arcturus Baffinii* de l'océan Arctique. Un Isopode, le *Lysianassa magellanica*, découvert par d'Orbigny dans l'estomac d'un Poisson pêché au sud du cap Horn, est identique à une espèce des mers du Nord, et particulièrement des côtes de Norvège. Ce Crustacé, qui paraît être un nageur habile, vit dans les grandes profondeurs de la mer, là où la température présente sur toute la surface du globe une assez grande uniformité, et l'on est en droit de supposer que c'est en suivant les grandes déclivités de l'Océan que ces animaux passent d'un pôle à l'autre et sans jamais se montrer à la surface dans les régions équatoriales.

» Pour résoudre ces questions de Zoologie géographique, il serait indispensable de multiplier dans les mers magellaniques les dragages à des profondeurs graduées, car, jusqu'à présent, nous ne connaissons guère que les animaux qui vivent sur les côtes et nous n'avons que bien peu de

renseignements sur les espèces qui habitent au-dessous de 200^m. Nous ne saurions trop recommander au chef de la Mission du cap Horn de ne négliger aucune occasion d'explorer à l'aide de dragues, de chaluts et de filets traînants les profondeurs de la haute mer aussi bien que les canaux qui séparent les îles magellaniques : ce sera là certainement que se feront les plus riches récoltes et les découvertes les plus importantes. L'étude des courants sous-marins et de leur température permettra aussi sans doute d'expliquer bien des faits difficiles à comprendre et relatifs à la distribution des animaux. Par les temps calmes, il serait également utile d'écumer la surface de la mer, à l'aide de filets à mailles très fines, afin de recueillir les petits Mollusques et les petits Crustacés pélagiens, qui s'élèvent des profondeurs et se montrent souvent en bancs pressés. Nous espérons que l'état de la mer permettra ces recherches, et que la *Romanche* pourra consacrer aussi quelque temps à l'exploration des Falkland, et de quelques autres îles de l'archipel Magellanique. »

Les conclusions de ces deux Rapports sont mises aux voix et adoptées. L'Académie décide, en outre, que ces Rapports seront adressés à M. le Ministre de la Marine et à M. le Ministre de l'Instruction publique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Le Puceron vrai de la vigne* [Aphis vitis, *Scopoli* ([1])]. Note de M. Lichtenstein.

(Renvoi à l'examen de M. Blanchard.)

« Depuis que mes études favorites se sont portées sur les insectes nuisibles à la vigne, et en particulier sur les *Homoptères, Cochenilles* ou *Aphidiens,* soit en langage ordinaire les *Pucerons,* je tâche de retrouver les fléaux signalés par les auteurs anciens pour comparer leur action actuelle sur nos vignobles à celle qu'ils pouvaient exercer antérieurement.

» C'est à la suite de ces études que je pus établir qu'aucun de mes prédécesseurs n'avait connu le *Phylloxera,* qui est bien certainement d'origine récente et venu du nouveau monde, tandis que Strabon a déjà parlé de la *Cochenille blanche farineuse,* connue aujourd'hui sous le nom de *Dactylopius vitis,* et que Réaumur a décrit admirablement et très bien figuré le *Gal-*

([1]) *Entom. Carniolica;* 1763.

l'insecte de la vigne, dont le nom scientifique est aujourd'hui *Pulvinaria vitis*.

» Mais, tandis que je retrouvais et pouvais assez aisément classer les Cochenilles, je ne savais que faire pour retrouver le vrai Puceron de la vigne, dont Scopoli citait les ravages en Carniole, et qu'il baptisait du nom d'*Aphis vitis* en 1763. Fabricius le citait également en 1775, avec la mention : *habitat in vite vinifera*.

» Mais, depuis lors, cet insecte semblait avoir disparu, car Kaltenbach, en 1843, en citant ses deux vieux prédécesseurs, disait : « J'ai vainement » cherché ce Puceron sur nos vignes, je n'ai jamais pu le trouver ; j'ai également interrogé tous mes amis, sur les bords du Rhin, le tout sans » succès. » (*Monographie der Pflanzenlause*; 1843).

» L'auteur le plus récent et notre contemporain, le professeur Passerini, de Palerme, dit encore, dans sa *Flora degli Afidi* (1875-1879) : « L'*Aphis vitis* » de Scopoli, indiqué par son auteur et par Gené comme propre à la vigne, » n'a jamais été trouvé par moi ; je ne sais donc pas ce que c'est. »

» Je le cherchais aussi, comme mes savants devanciers, depuis une dizaine d'années, lorsque, le 30 du mois dernier (mai), me trouvant à la campagne de M. H. Pagezy, près de Montpellier, mon attention fut attirée par des fourmis allant et venant rapidement sur une très belle pousse de Jacquez, cépage américain très vigoureux, et l'un de ceux qui viennent le mieux dans le département de l'Hérault.

» Quand on voit des fourmis en nombre, sur un végétal quelconque, il est à peu près certain qu'elles vous conduiront à une colonie de pucerons si vous suivez leurs traces, et, en effet, en examinant de plus près le bourgeon de Jacquez, je vis que les vrilles étaient garnies de petits pucerons vert foncé, à queue et nectaires noirs, et presque d'égale longueur.

» Prévenu comme je l'étais par mes études, je n'eus pas de peine à reconnaître l'insecte de Scopoli, qui manquait encore à ma collection, et je vais me mettre à l'observer, pour me rendre compte de son cycle biologique et du degré de nocuité qu'il peut avoir sur les vignobles. Il est assez extraordinaire que ce soit sur un cépage américain que se trouve ce vieux puceron européen, car ce n'est que sur le Jacquez que je le trouve, assez abondamment, quoique en petites colonies, à présent que je suis prévenu.

» C'est aussi surtout afin d'attirer l'attention des viticulteurs sur ce nouvel ennemi que je me hâte de publier cette réapparition d'un insecte du siècle dernier, en attendant d'en donner une histoire complète.

» Je ne voudrais pourtant point effrayer nos vignerons en leur parlant de cet *Aphidien* comme d'un *nouvel ennemi*; il est très probable que son action

se bornera à faire recoquiller quelques bourgeons, sans avoir d'autre influence sur la récolte.

» En attendant, je me permets d'envoyer à la Commission du Phylloxera un exemplaire de ce puceron, en préparation microscopique. »

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme expire le 1er juin 1882, outre les Ouvrages imprimés, mentionnés plus loin au *Bulletin bibliographique,* les Mémoires suivants :

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES (Décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés).

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « *Felix qui potuit rerum cognoscere causas!* »

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « *Quotque quibusque modis possint in quinque,* etc. ».

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « Rien n'est beau que le vrai; le vrai seul est aimable. »

CONCOURS BORDIN (Sciences mathématiques).

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « Eurêka. »

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « Descubri, 243 *bis.* »

CONCOURS PONTI.

M. **E. Turpin** : Recherches sur le peroxyde d'azote pur, etc.

CONCOURS MONTYON (Physiologie expérimentale).

Anonyme : Mécanisme de la respiration par le nez et par la bouche. Mémoire portant pour épigraphe : « *Ubi vita, ibi spes.* »

CONCOURS MONTYON (Arts insalubres).

M. **Braun** : Intoxication saturnine.

M. **E. Turpin** : Couleurs sans poison pour la construction des jouets et autres objets, à l'eau, à la colle ou à l'huile.

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie).

M. **P. Burot** : Essai de synthèse des fièvres endémo-épidémiques considérées sous les différents climats.

M. J.-B. **Reynier** : Influence de la cambrure sur les mouvements et sur les attitudes du corps.

CONCOURS BRÉANT.

MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas** : De l'inoculation comme moyen prophylactique du charbon symptomatique. Addition au Mémoire déposé précédemment.

M. **Ch. Bourquin** adresse un Mémoire pour le Concours Plumey et pour le Concours du prix extraordinaire de six mille francs.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *E. Cosson* « Sur le projet de création en Algérie et en Tunisie d'une mer intérieure ».

2° Un Ouvrage de M. *Marius Fontane* portant pour titre « Histoire universelle. Les Égyptes (de 5000 à 715 avant Jésus-Christ) ». (Présenté par M. de Lesseps.)

3° Une Brochure de M. *Maurice Lévy* « Sur les unités électriques ».

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Histoire des étalons du mètre*. Note de M. **C. Wolf**, présentée par M. Mouchez.

« Dans le travail dont j'ai communiqué les résultats à l'Académie le 8 août 1881, et qui a paru en entier dans les *Annales de Chimie et de Physique*, je n'ai pu suivre l'histoire des deux mètres de l'Observatoire et du Conservatoire qu'à partir du 16 ventôse an VIII, date de leur étalonnage définitif par Lefèvre-Gineau, Coulomb, Delambre et Méchain. Un document appartenant aux Archives de l'Institut me permet de remonter un peu plus loin et d'ajouter en même temps quelques détails intéressants à ceux, très incomplets, que nous a laissés Delambre sur la fabrication du mètre définitif. C'est une facture de Lenoir, en date du 6 fructidor an VII, dont voici le texte :

« Aperçu du travail et des dépenses faits par ordre de la Commission des Poids et Mesures pour la détermination du mètre définitif.

» Pour obtenir une portion de la toise divisée afin de déterminer avec le plus de précision

la grandeur de chaque supplément, j'ai fait deux demi-toises en fer comparées ensemble et (qui), mises au bout l'une de l'autre, sont égales à la toise; plus, trois morceaux de chacun un pied, aussi rectifiés et égaux (ensemble) à une demi-toise; ensuite deux morceaux de six pouces rectifiés et rendus égaux à un pied. Un de ces six pouces a été divisé en lignes et fractions de ligne, sur lequel j'ai pris la longueur de $11^{l},296$, $22^{l},592$ et $45^{l},184$. Le premier porté au bout de la demi-toise m'a donné le mètre; le second au bout de la toise pour deux mètres et le quatrième au bout de deux toises pour quatre. Plus, dix-neuf morceaux de $45^{l},184$ pour déterminer l'erreur; le tout à la température des toises. J'ai été obligé de refaire dix-neuf autres morceaux pour la température de la glace. Plus un mécanisme pour rendre les vérifications plus certaines à un millionième de toise (1).

» Les expériences à la glace et à l'eau chaude, le temps employé aux vérifications pourront se monter à une somme d'environ.......................... 400^{fr}

» Douze mètres en fer, chacun 50^{fr}.................................. 600

» Deux mètres en platine, chacun 48^{fr}................................ 96

» Boîte fermant à clef, doublée en velours, avec une plaque d'argent gravée, 50^{fr} pièce, pour 14.. 700

Total.................... 1796^{fr}

Le 6 fructidor an VII.

Signé : Lenoir.

» Ce document nous apprend d'abord quel fut le procédé suivi par Lenoir pour la détermination de la longueur du mètre; et les détails qu'il donne ne sont pas de nature à diminuer le regret, souvent exprimé, que la Commission de l'an vii ait cru pouvoir s'écarter du programme tracé par Borda et de la méthode qu'il avait créée pour la fabrication du mètre provisoire.

» En second lieu, il confirme le dire de Delambre que la Commission avait fait faire par Lenoir douze mètres en fer et deux en platine. L'un de ces derniers est celui des Archives; quel est l'autre? D'après Delambre, c'est le *mètre de l'Observatoire;* le général Morin et M. Tresca croient à l'achèvement simultané du mètre des Archives et du *mètre du Conservatoire* (2). Un fait assez significatif me paraît donner raison à Delambre. Lenoir a fait, pour les quatorze mètres de l'an vii, quatorze boîtes avec plaque d'argent gravée. Or la gravure de la plaque du mètre en platine de l'Observatoire est *identique* à celle de la plaque de notre mètre en fer, un des douze de Lenoir; la plaque de la boîte du mètre du Conservatoire porte une gravure très différente, soit par la forme des lettres, soit par le dessin du cadre qui entoure l'inscription. C'est donc le mètre de l'Observatoire qui a été fait

(1) C'est le comparateur dont parle Delambre.

(2) *Comptes rendus,* 8 août 1881, p. 300.

par la Commission de l'an VII, en même temps que les douze mètres en fer et celui des Archives. Le récit de Delambre relatif au mètre définitif est exact; il est seulement incomplet en ce qu'il ne nous apprend rien au sujet des deux autres barres de platine forgées par Jannetti.

» L'histoire des mètres en platine me paraît donc définitivement fixée et pouvoir se résumer comme il suit :

» 1° La Commission de l'an VII fit construire par Lenoir douze mètres en fer et ajuster à la même longueur deux des quatre barres de platine forgées par Jannetti. L'un de ces deux derniers mètres est celui des Archives; l'autre, que j'appellerai le n° 2, fut conservé dans les collections de l'Institut. Les deux autres barres de platine, les n[os] 3 et 4, furent *peut-être* ajustées de même, puisqu'elles portent le poinçon de la Commission; mais elles n'avaient pas encore été livrées par Lenoir le 6 fructidor an VII.

» 2° Au mois de ventôse de l'an VIII, les commissaires de l'Académie étalonnèrent de nouveau les barres n[os] 2 et 3, par comparaison avec l'un des douze mètres en fer. Le n° 2 prit le nom de *mètre de l'Institut;* le n° 3 fut remis à l'Agence des Poids et Mesures près le Ministère de l'Intérieur. L'histoire ultérieure de ce mètre est connue : c'est aujourd'hui celui du Conservatoire des Arts et Métiers.

» 3° En 1803, le mètre en platine et le mètre en fer de l'Institut, avec les autres étalons et les comparateurs appartenant à cette Compagnie, furent transportés à l'Observatoire et confiés à la garde du Bureau des Longitudes.

» 4° La première comparaison du mètre de l'Observatoire avec celui des Archives, depuis la retouche du premier en l'an VIII, eut lieu le 26 janvier 1806.

» 5° Le quatrième mètre en platine, retrouvé par M. Tresca, s'il a été ajusté par la Commission de l'an VII, comme paraît le prouver le poinçon dont il est marqué, doit être dans l'état où l'a laissé ce premier étalonnage. »

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes produites par l'émersion d'un solide à la surface d'une eau tranquille, quand il y a lieu de tenir compte des deux coordonnées horizontales.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article du 16 janvier 1882 (*Comptes rendus*, p. 127), j'ai montré comment la méthode d'intégration que j'avais donnée le 2 janvier

(p. 33) conduit simplement aux formules de la théorie des ondes par émersion, dans le cas d'ondes propagées le long d'un canal, où on peut abstraire la coordonnée horizontale y. Je me propose de montrer aujourd'hui, si l'Académie veut bien le permettre, que la même méthode s'applique au cas général, et que même elle y divise les difficultés de la manière la plus naturelle, en mettant à nu, pour ainsi dire, tous les éléments de cette question, que Poisson appelle *assez épineuse*. Alors la première des équations à intégrer est $\varphi_t^{\text{IV}} + \varphi_x'' + \varphi_y'' = 0$, avec les conditions $\varphi = 0$ et $\varphi_t'' = 0$ (pour $t = 0$). Essayons encore d'y satisfaire en posant

$$(1) \qquad \varphi = \int_0^\infty \left[f\left(-\frac{\alpha^2}{2}, x, y, z\right) + f\left(\frac{\alpha^2}{2}, x, y, z\right)\right] \psi\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}\right) d\alpha,$$

et en disposant convenablement des fonctions arbitraires f, ψ. Pour abréger, appelons β la variable $\mp \frac{\alpha^2}{2}$, dont f dépend, et f', f'' les deux premières dérivées de f par rapport à β. Comme φ_t^{IV} et $\varphi_x'' + \varphi_y''$ se déduiront de φ, respectivement, par les substitutions, sous le signe $\int$, de f'', ψ'' à f, ψ, et de $f_x'' + f_y''$ à f, il suffira de déterminer f, en fonction de β, par l'équation aux dérivées partielles

$$(2) \qquad f'' = f_x'' + f_y'' \quad \text{ou} \quad \frac{d^2 f}{d\beta^2} = \frac{d^2 f}{dx^2} + \frac{d^2 f}{dy^2},$$

pour que $\varphi_x'' + \varphi_y''$ s'exprime au moyen des f'' comme s'exprimait φ_x'' dans le cas d'une seule coordonnée horizontale x, et pour que, par suite, la valeur (1) de φ vérifie encore les relations indiquées, si l'on continue à prendre $\psi(\gamma) = \int_0^{\sqrt{\gamma}} \sin(\gamma - m^2)\, dm$. Il viendra, d'ailleurs,

$$(3) \qquad \frac{d\varphi}{dt} = \int_0^\infty \left[f\left(-\frac{t^2}{2\alpha^2}, x, y, z\right) + f\left(\frac{t^2}{2\alpha^2}, x, y, z\right)\right] \psi'\left(\frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha,$$

expression qui, à la limite $t = 0$, se réduira au produit de $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$ par la fonction $f(0, x, y, z)$, restée arbitraire. Et l'on déterminera enfin celle-ci, comme on l'a fait dans le cas d'une seule coordonnée horizontale x, par l'équation indéfinie $\varphi_x'' + \varphi_y'' + \varphi_z'' = 0$, jointe aux conditions $\varphi = 0$ (pour x, y ou z infinis) et à celle qui exprime que l'ordonnée h de la surface, représentée par la dérivée φ_t' à la limite $z = 0$, doit, pour $t = 0$, prendre des valeurs connues $h = F(x, y)$. L'emploi d'un potentiel ordinaire donnera, à cet

effet,

$$(4)\qquad f(0,x,y,z) = -\frac{\sqrt{2}}{\pi^2}\frac{d}{dz}\int\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{F(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta}{\sqrt{z^2+(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}}.$$

» Ainsi, toute la difficulté est de trouver une intégrale de (2) où f se réduise, pour $\beta = 0$, à cette fonction (4). Or cette intégrale est comprise dans celle que Poisson a donnée de l'équation du son, dont (2) n'est qu'un cas particulier. Pour fixer les idées, bornons-nous aux points de la surface, où $z = 0$. Alors, en choisissant pour f une fonction paire de β [ce qui rend égales les deux fonctions f de l'expression (1) ci-dessus de φ], il vient

$$(5)\quad \begin{cases} f(\beta, x, y, 0) \\ \quad = \dfrac{\sqrt{2}}{\pi^2}\dfrac{d}{d\beta}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}}\beta\cos\mu\,d\mu\int_0^{2\pi}F(x+\beta\cos\mu\cos\theta, y+\beta\cos\mu\sin\theta)\,d\theta. \end{cases}$$

» Il en résulte, d'après (3), pour l'équation de la surface libre, en observant que l'on aura ici $\beta = \frac{t^2}{2\alpha^2}$ et $\frac{d}{d\beta} = \frac{\alpha^2}{t}\frac{d}{dt}$, puis en remplaçant la variable d'intégration α par une autre, r, égale à $\frac{t^2\cos\mu}{2\alpha^2}$,

$$(6)\quad h = \frac{4}{\pi^2 t}\frac{d}{dt}\int_0^{\frac{\pi}{2}}d\mu\int_0^{2\pi}d\theta\int_0^{\infty}\left(\frac{t^2\cos\mu}{4r}\right)^{\frac{3}{2}}\psi'\left(\frac{t^2\cos\mu}{4r}\right)F(x+r\cos\theta, y+r\sin\theta)\,dr.$$

» Il suffit actuellement de substituer à r et θ, considérées comme des coordonnées polaires autour du pôle (x, y), d'autres variables

$$\xi = x + r\cos\theta,\quad \eta = y + r\sin\theta,$$

coordonnées rectangles, et de remplacer, en conséquence, $r\,d\theta\,dr$ par $d\xi\,d\eta$, pour avoir une valeur de h dont l'identité avec celle que Cauchy a donnée (*Savants étrangers*, t. I, p. 236, form. 148) est assez facile à reconnaître, si l'on met pour $\psi'(\gamma)$ son expression démontrée vers la fin de mon article du 16 janvier.

» Quand la dépression primitive se réduit à un seul de ses éléments, $F(\xi, \eta)\,d\xi\,d\eta = dq$, situé à la distance r du point (x, y), il vient

$$(7)\qquad h = \frac{4\,dq}{\pi^2 rt}\frac{d}{dt}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\gamma^{\frac{3}{2}}\psi'(\gamma)\,d\mu,\quad \text{où}\quad \gamma = \frac{t^2\cos\mu}{4r};$$

et cette expression se développe aisément, comme $\sqrt{\gamma}\psi(\gamma)$ et $\sqrt{\gamma}\psi'(\gamma)$, suivant les puissances entières de t^2. Si le rapport de t^2 à $4r$ est très grand,

γ l'est aussi entre les limites de l'intégrale, excepté près de la limite supérieure où la fonction sous le signe $\int$ s'annule; et $\psi'(\gamma)$, changeant de signe à chaque instant, ne donne que des éléments négligeables, sauf pour les petites valeurs de μ qui font varier $\cos\mu$ et $\psi'(\gamma)$ avec une rapidité incomparablement moindre que les autres. Or ces valeurs rendent γ sensiblement égal à $\frac{t^2}{4r}\left(1-\frac{\mu^2}{2}\right)$, ou même à $\frac{t^2}{4r}$, et $\psi'(\gamma)$ réductible à

$$\frac{\sqrt{\pi}}{2}\left(\cos\frac{t^2}{4r}-\frac{\pi}{4}-\frac{t^2\mu^2}{8r}\right).$$

Par suite, vu que des valeurs tant soit peu sensibles de μ font très grand le rapport de $t^2\mu^2$ à $8r$, l'intégrale paraissant dans (7) devient, à fort peu près,

$$\frac{t^3}{8r\sqrt{r}}\frac{\sqrt{\pi}}{2}\int_0^{\infty}\cos\left(\frac{t^2}{4r}-\frac{\pi}{4}-\frac{t^2\mu^2}{8r}\right)d\mu=\frac{\pi}{2\sqrt{2}}\left(\frac{t^2}{4r}\sin\frac{t^2}{4r}\right),$$

et l'expression (7) de h se réduit de même à

(8) $$\left(\text{pour } \frac{t^2}{4r} \text{ assez grand}\right)\quad h=\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{dq}{\pi r^2}\left(\frac{t^2}{4r}\cos\frac{t^2}{4r}\right).$$

» Elle est d'accord avec celle que Cauchy a obtenue (form. 175 et 179, p. 242-243), et dont il a déduit, par voie de superposition (p. 243 à 279), les lois des ondes d'émersion circulaires, ou autres également courbes, pour diverses formes du solide immergé, en particulier, pour la forme d'un paraboloïde qu'avait déjà considérée Poisson.

» L'analogie de la relation (8) avec celle qu'on aurait eue dans le cas d'une seule coordonnée horizontale x,

(9) $$h=\frac{dq}{\sqrt{\pi x^2}}\left[\sqrt{\frac{t^2}{4x}}\cos\left(\frac{t^2}{4x}-\frac{\pi}{4}\right)\right],\quad \text{où}\quad dq=\mathrm{F}(0)\,d\xi,$$

suffit d'ailleurs pour reconnaître que ces ondes présentent les mêmes caractères généraux que les ondes droites ou cylindriques propagées le long d'un canal, et, notamment, qu'elles sont uniformément accélérées, comme celles-ci, mais plus rapidement décroissantes à mesure que leur parcours r ou x augmente. »

PHYSIQUE. — *Sur la température d'ébullition du sélénium.* Note de M. L. TROOST.

« Les densités de vapeur sont constamment employées en Chimie organique comme caractères spécifiques des corps. Si la Chimie minérale est

moins avancée sous ce rapport, c'est qu'un petit nombre seulement de substances minérales entrent en ébullition à des températures assez basses pour que leur densité de vapeur puisse être aussi aisément déterminée.

» L'usage des températures constantes d'ébullition du mercure et du soufre, en permettant d'opérer avec facilité jusqu'à 350° et à 440°, a constitué un progrès sur l'emploi des bains d'huile, qui ne permettaient d'expérimenter que jusqu'à 300°, et exigeaient des soins particuliers pour maintenir assez longtemps constante la température maximum à laquelle se faisait l'expérience.

» Les points d'ébullition du cadmium et du zinc, aussi constants que celui de l'eau sous la pression atmosphérique, ont permis d'aller jusqu'à près de 1000°. Mais, à ces dernières températures, on est obligé de remplacer les ballons de verre, si faciles à manier et à fermer, par des ballons en porcelaine, dont l'emploi s'est encore peu répandu par suite de la difficulté qu'on éprouve à les fermer et à les refroidir assez lentement pour éviter des ruptures dans le col du ballon. Ces inconvénients devaient faire rechercher un moyen de reculer aussi loin que possible la limite des températures constantes auxquelles on pourrait employer le verre; c'est dans ce but que j'ai eu recours au sélénium. On peut se le procurer abondamment, depuis que l'emploi des pyrites, pour la fabrication de l'acide sulfurique, et, par suite, de l'acide chlorhydrique, donne ce métalloïde soit dans les boues des chambres de plomb, soit au fond des bonbonnes où s'opère la condensation de l'acide chlorhydrique.

» Quelques essais préliminaires m'ayant fait espérer un heureux résultat, j'ai cherché à déterminer une première constante indispensable, la température d'ébullition du sélénium. J'avais commandé, pour ces expériences, des marmites en fonte émaillée; mais, avant qu'elles fussent achevées, j'ai déterminé cette température d'ébullition, dans un creuset de plombagine. Le réservoir thermométrique était protégé par des écrans en terre réfractaire contre toute surchauffe et contre tout refroidissement des parois.

» La vapeur de sélénium, condensée dans un tube ascendant, retombait en un filet liquide au fond du creuset.

» Pour déterminer la température d'ébullition, j'ai employé la méthode nouvelle que nous avons décrite, H. Sainte-Claire Deville et moi, dans la séance du 29 mars 1880.

» Le réservoir thermométrique en porcelaine, terminé par un tube capillaire, était mastiqué à un robinet de verre à trois voies, qui le mettait en communication alternativement avec l'air extérieur et avec une trompe

de Sprengel. On maintenait le sélénium en ébullition assez longtemps pour que la partie supérieure du creuset, chauffée seulement par la vapeur, fût portée au rouge, ainsi que le couvercle et la partie inférieure du tube de condensation ([1]).

» On tournait alors le robinet à trois voies de manière que le réservoir, qui jusqu'alors communiquait librement avec l'air extérieur, fût en communication avec la trompe de Sprengel.

» On extrayait le gaz qui, à la température d'ébullition du sélénium, était resté dans ce réservoir; on le recueillait sur la cuve à mercure de l'appareil et on mesurait son volume à la température ordinaire ([2]).

» Une formule très simple permet de déduire des nombres ainsi déterminés la température à laquelle ce gaz avait dû être porté pour occuper le volume total du réservoir.

» Ce procédé ayant fourni des nombres compris entre 664° et 666°, j'admettrai le nombre 665° pour la température d'ébullition du sélénium sous les pressions voisines de 760^{mm}.

» Ces résultats, obtenus à l'aide d'un thermomètre à air en porcelaine, ont été contrôlés par des expériences faites avec des ballons en verre très peu fusible et en employant les méthodes de Regnault.

» Ces premières expériences fixent le point d'ébullition du sélénium; elles montrent, de plus, que les verres peu fusibles, tels que des verres de Bohême et certains verres français, peuvent y être maintenus sans se déformer. On pourra donc utiliser cette température constante, comme celle du mercure et celle du soufre en ébullition, pour y effectuer, dans le verre, des réactions chimiques qui exigent un temps prolongé, et des déterminations de densités de vapeur avec toute la précision que comporte le procédé de M. Dumas. C'est ce dont je donnerai des exemples dans une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur un calorimètre par refroidissement.* Note de M. **J. Violle.**

« La méthode des mélanges est assurément la plus commode pour mesurer une chaleur spécifique. Toutefois, lorsque la température initiale

---

([1]) Une disposition précédemment décrite permettait de s'assurer de la constance de la température du réservoir thermométrique.

([2]) La correction nécessitée par l'espace nuisible de la tige du thermomètre est faite à l'aide du compensateur connu.

du corps est comprise entre 100° et 400° ou 500°, on rencontre des difficultés spéciales qui ne se présentent pas au-dessous ni au-dessus, la caléfaction rendant au delà de 500° les expériences aussi faciles qu'à 100°. Dans cet intervalle, la méthode de refroidissement serait donc précieuse, si elle était suffisamment exacte. Le procédé suivant paraît allier l'exactitude à la simplicité.

» Je prends une petite bouteille en verre mince, à col étroit et à double enveloppe, entre les deux enveloppes de laquelle on a fait un bon vide avant de fermer l'enveloppe extérieure. L'appareil porte ainsi avec lui son enceinte, et les conditions de refroidissement resteront toujours identiquement les mêmes. En outre, par le goulot de la bouteille, on peut introduire à côté du thermomètre un agitateur, au moyen duquel on maintiendra la température constante dans toute la masse; on évitera ainsi ces différences, à la surface et au centre, qui sont l'écueil de la méthode du refroidissement. L'appareil se prêtera donc aisément à la mesure du rapport de deux chaleurs spécifiques suivant l'équation connue

$$\frac{PC + \mu}{P'C' + \mu'} = \frac{V'}{V},$$

V et V' étant les vitesses de refroidissement à la même température T de l'appareil contenant successivement les deux corps, l'un de poids P et de chaleur spécifique C, l'autre de poids P' et de chaleur spécifique C'; μ est la masse en eau de l'enveloppe, de la partie plongée du thermomètre et de l'agitateur.

» Mais, grâce à la lenteur extrême du refroidissement dans l'appareil, on peut aller plus loin et obtenir directement la chaleur spécifique du corps. Déterminons en effet, une fois pour toutes, la quantité de chaleur Q perdue par la bouteille pendant une minute à chaque température T, et l'équation

$$(PC + \mu)V = Q$$

permettra de déterminer C.

» La détermination de Q se fera de la manière suivante :

» La petite bouteille, remplie d'un liquide déterminé, d'aniline par exemple, est placée dans de l'eau froide à t° et reçoit un courant de vapeur du liquide; l'ébullition s'y établit à T°, en même temps que le jet de vapeur brasse la masse et uniformise absolument la température. On retire alors l'eau extérieure, on essuie la bouteille toujours traversée par le courant de vapeur, on l'immerge dans un calorimètre à t° et l'on suit l'échauffement

régulier de l'eau du calorimètre ; on en conclut la quantité de chaleur qui sort en une minute de la bouteille à cette température T. On détermine ainsi autant de valeurs de Q que l'on veut.

» J'ai fait construire différentes bouteilles de diverses capacités : certaines d'entre elles ont la surface extérieure de l'enveloppe intérieure argentée, de façon à ralentir et régulariser encore le rayonnement. L'expérience indiquera la grandeur et la disposition la plus convenable. Voici quelques nombres obtenus avec une bouteille non argentée de 60^{cc} environ de capacité :

T.	t.	Q.
99°	16,5	128,04
185	20	372,69
321	23	1120,4
421	31	1865,7

» Comme contrôle, j'ai repris avec cette bouteille la chaleur spécifique du mercure : j'ai obtenu des résultats très satisfaisants ; et, ce qui n'est pas sans importance pour la pratique de la méthode, en opérant successivement, la bouteille plongée dans l'eau ou simplement suspendue dans une enceinte à température constante, les vitesses de refroidissement ont été exactement proportionnelles dans les deux cas.

» Je me propose d'appliquer ce procédé à certains métaux et à certains sels, particulièrement à ceux que l'on ne peut pas mettre en contact direct avec l'eau. »

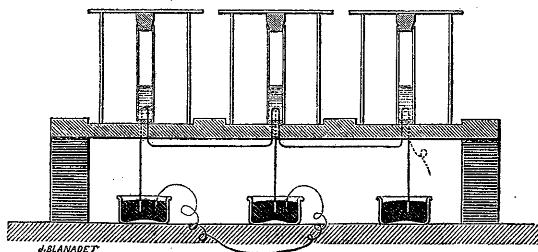
PHYSIQUE. — *Détermination des chaleurs spécifiques de petites quantités de substances.* Note de MM. **Thoulet** et **Lagarde**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons cherché à déterminer la chaleur spécifique de divers minéraux en échantillons dont le poids varie de $0^{gr},1$ à $0^{gr},5$. Cette nécessité nous était imposée par l'impossibilité où l'on est d'obtenir les espèces minérales pures en grandes masses; nous avons dû procéder à un triage physique préalable, fait sur de petites quantités de matières. Pour notre méthode, les corrections deviennent inutiles; l'on ne mesure que les différences de température et l'on prend comme terme de comparaison un corps d'ailleurs quelconque de chaleur spécifique connue.

» Si l'on place deux soudures thermo-électriques dans deux petits tubes contenant un liquide quelconque de chaleur spécifique déterminée, on

pourra, à l'aide d'un galvanomètre, mesurer par la déviation produite l'élévation de température résultant de l'immersion dans l'un des tubes d'un corps élevé à une température connue, et la comparer à celle que l'on obtient par une seconde expérience faite sur le corps type. Dans nos expériences, nous avons pris, comme corps type, le cuivre pur, dont la chaleur spécifique a été donnée par Regnault, et, comme liquides calorimétriques, l'eau ou l'essence de térébenthine, à la température extérieure et sous un volume de $\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{3}$ de centimètre cube. Pour échauffer les corps, nous les avons placés dans de petits moufles en verre mince, que nous gardions dans la bouche. L'élévation de température qui résulte de l'immersion des deux corps étant alors très faible, et les conditions étant exactement les mêmes pour les deux corps, le galvanomètre accuse rapidement le maximum, et l'on n'a pas à tenir compte du refroidissement.

» Les tubes renfermant les liquides étaient entourés de coton et placés dans des vases de verre. Des deux aiguilles thermo-électriques, l'une restait toujours dans l'un des tubes, et l'autre était plongée successivement



dans les deux autres tubes où étaient versés les corps à comparer. Nous nous sommes aussi servis avec avantage d'un appareil dans la disposition duquel nous avons été guidés par les bienveillants conseils de M. Crova. Trois tubes de verre, mastiqués sur un support commun, sont placés au centre de manchons de verre fermés par des couvercles de carton recouverts sur leurs deux faces de papier d'étain et qui supportent les bouchons coniques servant à fermer les tubes intérieurs. Le fond de ces tubes est traversé par un système de trois éléments thermo-électriques formés par un fil fin de maillechort aux deux extrémités, et au milieu duquel sont soudés trois fils d'acier qui plongent dans des godets remplis de mercure, pouvant être reliés au galvanomètre. Conservant toujours le tube du milieu pour renfermer l'eau seule, on peut ainsi opérer successivement avec les deux tubes extrêmes, dans chacun desquels on place les corps échauffés. Le

galvanomètre de Weber est astatisé par des barreaux extérieurs, de manière à donner une durée d'oscillation de dix-huit secondes. On lit les déviations à l'aide d'une lunette par la méthode de Gauss. Dans ces conditions, on peut admettre la proportionnalité rigoureuse des tangentes aux arcs de déviation et aux différences de température.

» Soient P, p, p' les poids du liquide calorimétrique du corps type et du corps essayé; C, c, c' les chaleurs spécifiques correspondantes; t la température extérieure, et t' celle de la bouche; d et d' les déviations. Pour les deux expériences, on aura

$$\frac{pc+\mathrm{PC}}{pc}=\frac{t-t'}{d},\quad \frac{p'c'+\mathrm{PC}}{p'c'}=\frac{t-t'}{d'},$$

d'où l'on tire

$$c'=\frac{pc\times\mathrm{PC}\times d'}{pp'c(d-d')+p'\mathrm{PC}d}.$$

» Pour vérifier l'exactitude de la méthode, nous avons choisi les quelques minéraux dont Regnault a donné la chaleur spécifique. Les résultats sont les suivants :

	Trouvé.	Regnault.	Différence.
Cuivre	»	0,09515	»
Plomb	0,03131	0.03140	— 0,00009
Spath	0,20812	0,20858	— 0,00046
Marbre	0,21637	0,21585	+ 0,00052
Fer oligiste	0,16689	0,16695	— 0,00006
Pyrite de fer	0,13029	0,13009	+ 0,00020
Soufre récemment fondu	0,20245	0,20259	— 0,00014

» Nous nous proposons, dans un prochain travail, de décrire plus complètement la marche des opérations, et de donner des déterminations relatives à divers liquides et à une série aussi étendue que possible de minéraux, résultats qui permettront peut-être d'obtenir quelques indications sur les phénomènes de propagation de la chaleur dans les roches et sur leur genèse. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel hygromètre à condensation*. Note de M. A. Crova, présentée par M. Berthelot.

« La discussion de plus de cent séries d'observations, faites avec l'hygromètre Regnault et le psychromètre, à l'air libre, et par des états atmo-

sphériques très variés, pendant toute la durée de l'année 1881, m'a montré, entre les résultats obtenus par ces deux méthodes, des divergences tellement inattendues que je me suis préoccupé d'en chercher la cause.

» Par un temps calme et des états hygrométriques moyens, ces deux méthodes sont à peu près d'accord, quoique l'hygromètre Regnault donne des indications en général plus faibles. Par un vent plus ou moins fort, et surtout par des états hygrométriques faibles (circonstances très fréquentes à Montpellier), le désaccord augmente beaucoup et devient souvent énorme.

» Ces différences proviennent à la foi du psychromètre et de l'hygromètre Regnault.

» On sait que le psychromètre donne l'état hygrométrique au moyen de formules dans lesquelles entre un facteur numérique variable avec l'état atmosphérique et l'agitation de l'air; des tables dressées avec une formule déterminée donneront donc des résultats seulement approximatifs dans la plupart des cas; on peut atténuer ces erreurs par des dispositions que je me propose d'indiquer.

» D'autre part, l'hygromètre Regnault, et en général tous les hygromètres à condensation, sont basés sur une hypothèse qui n'est pas vérifiée dans la plupart des cas, surtout à l'air libre : c'est que la mince couche d'air en contact avec la plaque polie que l'on refroidit se met en équilibre de température avec elle, et que la température du point de rosée est celle de saturation.

» Si l'air est en repos, cette hypothèse est à peu près réalisée; dans le cas où il est plus ou moins agité, il est impossible que l'air qui arrive avec une certaine vitesse sur la plaque froide, et qui s'y renouvelle continuellement, se mette instantanément en équilibre de température avec elle, et le point de rosée se trouve souvent abaissé de plusieurs degrés.

» Nous avons vérifié ce fait, en constatant qu'il a été souvent impossible d'obtenir le point de rosée, même à plusieurs degrés au-dessous de la température calculée au moyen de l'état hygrométrique connu, tandis que nous l'obtenions immédiatement en portant l'instrument sous une baraque en planches librement ouverte, mais qui l'abritait du vent; même dans ce cas, il était généralement trop bas.

» L'hygromètre que j'ai fait construire par M. Golaz est basé sur le principe suivant :

» Soit un petit tube en laiton mince nickelé et poli soigneusement à l'intérieur, fermé à ses deux extrémités par deux glaces, l'une dépolie, qui

reçoit la lumière du jour ou celle d'une lampe, l'autre par laquelle on regarde l'intérieur du tube au moyen d'une lentille à long foyer; munissons ce tube de deux tubulures placées à ses extrémités opposées : par l'une d'elles, l'air est aspiré au moyen d'un tube en cuivre, du point dont on veut déterminer l'état hygrométrique; de l'autre, il se rend dans un aspirateur, de manière qu'un courant d'air assez lent traverse le tube dans le sens de son axe. L'œil placé devant la loupe voit le verre dépoli sous la forme d'un disque lumineux, et la lumière réfléchie sur la paroi intérieure sous l'aspect d'un disque éclatant, de diamètre triple du précédent, et qui lui est concentrique.

» Si nous refroidissons le tube en l'entourant d'un manchon en métal rempli de sulfure de carbone traversé par un courant d'air, et dans lequel plonge le réservoir d'un thermomètre, quand la température de l'air qui circule dans le tube arrive à celle de saturation, la rosée se dépose et apparaît obliquement sous la forme de taches d'un brun foncé, d'apparence fuligineuse, qui contrastent vivement avec le fond éclatant du disque dépoli vu directement. Si on laisse la température s'élever lentement, cette couche fuligineuse disparaît lentement, se réduit à de simples marbrures, puis s'évanouit lentement. On peut, par des apparitions et des disparitions alternées, évaluer le point de rosée avec une approximation de $\frac{1}{10}$ de degré.

» Les indications de cet hygromètre sont absolument indépendantes de l'agitation de l'air, et sont exactes quel que soit l'état hygrométrique. L'observation peut être faite dans une pièce close, en aspirant l'air à l'extérieur par un tube de cuivre qui traverse le mur. La température de l'air est donnée par un thermomètre-fronde.

» J'ai essayé cet appareil comparativement à l'hygromètre Regnault, soit primitif, soit modifié par M. Alluard, et j'ai constaté qu'il donne un état hygrométrique d'autant plus élevé au-dessus de celui qui est obtenu au moyen de l'hygromètre Regnault que l'air est plus agité et plus sec.

» Je me propose de donner prochainement des séries d'observations comparatives faites avec cet hygromètre, celui de Regnault, le psychromètre et la méthode chimique; elles montreront, avec des nombres rigoureux à l'appui, que les hygromètres actuellement employés sont sujets à des causes d'erreur, souvent considérables, que l'on pourra éviter par la méthode que je viens de décrire. »

PHYSIQUE. — *Loi de congélation des solutions aqueuses des matières organiques.* Mémoire de M. **F.-M. Raoult.** (Extrait par l'auteur.)

« L'appareil que j'ai employé dans ces recherches est celui qui m'a déjà servi à étudier le point de congélation des mélanges alcooliques (*Comptes rendus,* 12 avril 1880). La solution étant constamment agitée, on abaisse lentement sa température de quelques dixièmes de degré au-dessous de son point de congélation, puis on y introduit une parcelle du même liquide préalablement congelé. Aussitôt la sursaturation cesse et la glace apparaît sous la forme de paillettes, qui se multiplient et flottent dans le liquide. En même temps, le thermomètre remonte rapidement au point de congélation normal et, si la dissolution est étendue, s'y maintient absolument fixe pendant plusieurs minutes; après quoi, la température s'abaisse de nouveau. Il y a donc un *minimum* d'abaissement au-dessous de zéro, et c'est ce minimum que je prends pour abaissement du point de congélation. Pour une même dissolution, on le retrouve toujours le même, à moins de $\frac{1}{100}$ de degré près, pourvu que le thermomètre soit au milieu du liquide et que celui-ci soit constamment agité.

» J'ai fait remarquer, dans le travail précité, que pour les dissolutions d'alcool qui ne renferment pas plus de $1^{éq}$ de matière pour 1^{kg} d'eau, l'abaissement du point de congélation est proportionnel au poids d'alcool dissous dans un poids d'eau constant. Je me suis assuré qu'il en est de même pour les dissolutions d'alcool méthylique, d'acide formique, d'acide tartrique, de sucre. On peut donc admettre que la loi établie par Blagden pour les sels minéraux est applicable aux solutions étendues des matières organiques, et s'en servir pour ramener à 1^{gr} et, par suite, à $1^{éq}$ de matière dissoute dans 100^{gr} d'eau, les résultats trouvés avec des dissolutions étendues d'un titre quelconque.

» Toutes les fois que la solubilité a été suffisante, j'ai opéré sur des solutions renfermant $1^{éq}$ de matière pour 1^{kg} d'eau. Voici les résultats obtenus :

Substance.	Formule.	Poids moléculaire.	Abaissement du point de congélation, par gramme de substance dans 100gr d'eau.	Produit du poids moléc. par l'abaissement dû à un gramme de substance.
Alcool méthylique......	$C^2H^4O^2$	32	— 0°,541	17,3
» éthylique......	$C^4H^6O^2$	46	0,376	17,3
» butylique......	$C^8H^{10}O^2$	74	0,232	17,2
Glycérine............	$C^6H^8O^6$	92	0,186	17,1
Mannite..............	$C^{12}H^{14}O^{12}$	182	0,099	18,0
Sucre interverti........	$C^{12}H^{12}O^{12}$	180	0,107	19,3
» de lait.........	$C^{24}H^{24}O^{24}$	360	0,050	18,1
» de canne........	$C^{24}H^{22}O^{22}$	342	0,054	18,5
Salicine.............	$C^{26}H^{28}O^{14}$	286	0,060	17,2
Phénol..............	$C^{12}H^6O^2$	94	0,165	15,5
Pyrogallol...........	$C^{12}H^6O^6$	126	0,129	16,3
Chloral (hydraté)......	$C^4HCl^3O^2+H^2O^2$	165,5	0,114	18,9
Acétone..............	$C^6H^6O^2$	58	0,294	17,1
Acide formique........	$C^2H^2O^4$	46	0,419	19,3
» acétique........	$C^4H^4O^4$	60	0,317	19,0
» butyrique.......	$C^8H^8O^4$	88	0,212	18,7
» oxalique.......	$C^4H^2O^8+2H^2O^2$	126	0,182	22,9
» lactique.........	$C^6H^6O^6$	90	0,213	19,2
» malique.........	$C^8H^6O^{10}$	134	0,139	18,7
» tartrique........	$C^8H^6O^{12}$	150	0,130	19,5
» citrique.........	$C^{12}H^8O^{14}+H^2O^2$	210	0,092	19,3
Éther...............	$C^8H^{10}O^2$	74	0,224	16,6
Éther acétique........	$C^8H^8O^4$	88	0,202	17,8
Acide cyanhydrique....	$HAzC^2$	27	0,718	19,4
Acétamide...........	$C^4H^7AzO^2$	59	0,301	17,8
Urée...............	$C^4H^4Az^2O^4$	60	0,286	17,2
Ammoniaque..........	AzH^3	17	1,117	19,9
Éthylamine..........	C^4H^7Az	45	0,411	18,5
Propylamine.........	C^6H^9Az	59	0,312	18,4

» Les vingt-neuf corps qui figurent dans ce Tableau ont été choisis aussi différents que possible par leur solubilité, leur fonction chimique, leur constitution et leur poids moléculaire. Les abaissements du point de congélation par gramme de substance dissoute dans 100gr d'eau varient considérablement et dans le rapport de 1 à 20. Cependant, *si l'on multiplie l'abaissement correspondant à 1gr par le poids moléculaire de la substance, on trouve un produit à peu près constant.* Ce produit, qui figure dans la dernière colonne du Tableau précédent, est presque toujours compris entre

17 et 20. On peut donc dire que *les molécules des différentes matières organiques, dissoutes dans la même quantité d'eau, amènent sensiblement le même retard dans son point de congélation.*

» Cela tend à montrer que, dans la plupart des cas, les molécules des composés organiques sont simplement séparées par l'acte de la dissolution et amenées à un même état, sous lequel elles exercent la même influence sur les propriétés physiques de l'eau.

» La détermination du point de congélation des dissolutions de matières organiques acquiert, par ce qui précède, une grande importance pratique. Elle pourra servir à vérifier la pureté des corps, à reconnaître le titre de leurs dissolutions, à suivre les altérations lentes qui s'y produisent. Mais son application la plus importante sera la *détermination des poids moléculaires,* dans des cas nombreux où la mesure des densités de vapeur est impossible. S'il s'agit d'opter entre plusieurs poids moléculaires multiples les uns des autres, on choisira celui qui, multiplié par l'abaissement dû à 1^{gr} de la substance considérée, donne le produit le plus rapproché du chiffre 18,5, ce chiffre représentant l'abaissement moléculaire moyen de congélation des matières organiques. Je ne connais pas encore de substance organique soluble, pour laquelle cette règle conduise à un résultat erroné ou seulement incertain. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode pour la détermination de l'ohm.* Note de M. **J. Joubert.**

« Qu'on suppose, d'une part, un circuit traversé par un courant, dont l'intensité est mesurée en valeur absolue par une boussole des tangentes; d'autre part, un fil non fermé sur lui-même, soumis à l'induction et présentant à ses extrémités une force électromotrice variable suivant un sinus du temps,

$$e = A \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

et dans des conditions telles que la constante A puisse être calculée facilement (inducteur terrestre de Weber, inducteur sinusoïdal de Weber et Kohlrausch, etc.); enfin, un électromètre à cadrans, dans lequel l'aiguille est reliée d'une manière permanente avec une des paires de cadrans [1].

» On met alternativement en communication avec les électrodes de

[1] *Comptes rendus*, séance du 19 janvier 1881.

l'électromètre : 1° deux points A et B, pris sur le premier circuit et séparés par la résistance à mesurer; 2° les deux extrémités du fil induit. La déviation observée est proportionnelle au carré de la différence de potentiel des deux points A et B dans le premier cas, et au carré de la force électromotrice moyenne (moyenne des carrés de la force électromotrice) dans le second. Si, pour simplifier le raisonnement, on suppose que les déviations observées soient identiques, on aura avec le courant, en appelant E la différence de potentiel entre les deux points A et B, I l'intensité du courant, G la constante de la boussole, α la déviation de l'aiguille, H la composante horizontale du magnétisme terrestre, et, en désignant par k une constante dépendant de l'électromètre,

$$\sqrt{d} = k\mathrm{E} = k\mathrm{IR} = k\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{G}}\operatorname{tang}\alpha.\mathrm{R};$$

avec l'inducteur terrestre, en appelant S la surface comprise par les spires et T la durée de la révolution du cadre

$$\sqrt{d} = k\frac{\pi\sqrt{2}}{\mathrm{T}}\mathrm{SH};$$

avec l'inducteur sinusoïdal, en représentant par G_1 la constante de la bobine, et par M le moment magnétique de l'aimant tournant

$$\sqrt{d} = k\frac{\pi\sqrt{2}}{\mathrm{T}}\mathrm{G}_1\mathrm{M}.$$

La résistance R sera donnée, avec la première disposition, par l'équation

$$\mathrm{R} = \frac{\pi\sqrt{2}}{\mathrm{T}}\frac{\mathrm{SG}}{\operatorname{tang}\alpha};$$

avec la seconde, par l'équation

$$\mathrm{R} = \frac{\pi\sqrt{2}}{\mathrm{T}}\frac{\mathrm{GG}_1}{\operatorname{tang}\alpha}\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{H}}.$$

Dans le premier cas, on a seulement à observer T et α, et à calculer les deux constantes S et G; dans le second, il faut déterminer en outre le rapport $\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{H}}$ par la méthode de Gauss. Il est facile de se placer dans des conditions où ces mesures et ces calculs puissent se faire avec une grande exactitude.

» La rapidité avec laquelle peuvent se succéder les comparaisons des deux forces électromotrices permet de ne pas se préoccuper des variations de H; le circuit induit restant *constamment* ouvert, il n'y a pas à se préoc-

cuper non plus des effets de *self-induction;* enfin, la force électromotrice du circuit induit intervenant seule, on n'a pas à compter avec la résistance de ce circuit, et, par suite, sous ce rapport du moins, avec la longueur et le diamètre du fil. »

ÉLECTROCHIMIE. — *De l'influence de l'électrode positive de la pile sur son travail chimique.* Note de M. D. TOMMASI.

« Dans mes recherches sur l'électrolyse, j'ai constaté ce fait singulier que la force électromotrice (¹) d'un même couple variait suivant que son électrode positive était en platine ou en charbon. Tel couple, par exemple, qui était incapable de produire l'électrolyse de l'eau ou d'une dissolution saline, bien que les calories dégagées par le couple fussent supérieures aux calories absorbées par la décomposition de l'électrolyte, si son électrode positive était en platine, devenait apte à produire cette décomposition si son électrode positive était en charbon. Ce fait ayant une grande importance au point de vue de la relation que je cherche à établir entre les calories dégagées par la pile et les calories absorbées par la décomposition de l'électrolyte, j'ai voulu examiner ce fait avec quelques détails et voici ce que j'ai observé.

» Un couple magnésium-platine et acide sulfurique étendu devrait, selon les données thermiques, décomposer l'eau; en effet, le nombre de calories dégagées par l'action du magnésium sur l'acide sulfurique (112) dilué est supérieur au nombre de calories de décomposition de H^2O (69). Cependant la décomposition n'a pas lieu. Il en est de même si l'on substitue au platine de la pile le cuivre ou l'argent; mais si l'on emploie dans cet élément, comme électrode positive, un cylindre de graphite ou de charbon de cornue, l'électrolyse de l'eau a lieu.

» D'après M. Berthelot (²), deux couples zinc-platine et acide sulfurique étendu ne décomposeraient pas une solution de sulfate de potassium. Or, en employant deux couples zinc-charbon et acide sulfurique étendu, j'ai pu électrolyser une solution saturée de sulfate de potassium avec dégagement de gaz très fort aux deux électrodes de platine et transport de l'acide à l'électrode positive, et de la base à l'électrode négative, et cela

(¹) J'emploie l'expression *force électromotrice* comme étant synonyme de *travail chimique.*

(²) *Comptes rendus* du 7 novembre 1881.

au bout de quelques minutes et à la température ordinaire. Il faut, d'après M. Berthelot, au moins 103^{cal} pour électrolyser une solution de sulfate de potassium, tandis que j'obtiens cette même décomposition avec 76^{cal} et moins encore; car elle se produit avec deux zinc-charbon et acide chlorhydrique étendu, soit avec $69^{cal},8$ (calories dégagées par l'action d'une molécule de zinc amalgamé sur l'acide chlorhydrique étendu). Un seul couple zinc-charbon et acide sulfurique dilué décompose le sulfate de potassium si l'électrode du voltamètre est en cuivre, mais ne le décompose pas si cette électrode est en argent.

» J'ai soumis divers sels à l'électrolyse. Les conditions dans lesquelles j'ai opéré sont les suivantes.

» Les solutions salines contenaient un excès de sel. Les fils de platine du voltamètre avaient $0^{mm},4$ de diamètre et plongeaient dans le liquide sur une longueur de $0^{m},3$ à $0^{m},4$. Les charbons que j'ai employés étaient des mines de graphite de Sibérie ou des charbons de cornue préalablement chauffés au rouge et refroidis dans un flacon bouché contenant de l'air, de l'azote ou mieux encore de l'acide carbonique. Pour obtenir de bons résultats, il faut que le charbon ou le graphite reste au moins six heures au contact de l'acide carbonique. La présence de ce gaz dans les pores du charbon n'a d'autre but que de retarder la polarisation, de rendre, par suite, les effets plus intenses et de leur donner une plus longue durée.

» Mes résultats sont résumés dans le Tableau suivant.

» Deux couples zinc-charbon et acide sulfurique étendu $= 77^{cal},4$ décomposent les solutions salines ci-après.

		Calories d'électrolyse d'après M. Berthelot.
Sulfate de magnésie ...	(Dégagement de gaz aux deux électrodes)	108^{cal}
» zinc	(Électrode négative : zinc. Électrode positive : oxygène).	114
» cadmium ...	(Électrode négative : cadmium. Électrode positive : oxygène)	92 [1]
» cuivre	(Électrode négative : cuivre. Électrode positive : oxygène)	65

Deux couples zinc-platine et acide sulfurique étendu décomposent aussi le sulfate de cuivre; mais un couple zinc-platine + un couple Regnault ne décomposent pas le sulfate de cuivre, tandis qu'un couple zinc-charbon + un couple Regnault décomposent ce sel.

---

[1] Pour qu'il y eût dégagement d'oxygène au pôle positif et dépôt de cadmium au pôle négatif il faudrait, d'après M. Berthelot, 147^{cal}.

		Calories d'électrolyse d'après M. Berthelot.
Sulfate de manganèse..	(Électrode négative : hydrogène et manganèse. Électrode positive : bioxyde de manganèse, mais pas d'oxygène)................................	Cal 116,1 (1)

Avec trois couples zinc-charbon, on observe en outre un dégagement d'oxygène sur l'électrode négative. Avec un seul couple il y a aussi décomposition, mais elle est très faible.

Sulfate de fer........	(Électrode négative : hydrogène et fer. Électrode positive : rien)................................	116,1

L'oxygène est absorbé par SO^4Fe. Un seul couple zinc-charbon suffit pour décomposer le sulfate de fer, mais dans ce cas il y a seulement dégagement d'hydrogène à l'électrode négative, sans dépôt de fer.

Chlorure de potassium.	(Électrode négative : hydrogène et base. Électrode positive : peu ou point de dégagement d'oxygène).	92

Le liquide de la branche positive du voltamètre se colore en jaune, rougit d'abord et décolore ensuite un papier de tournesol bleu.

Bromure de potassium.	(Électrode négative : hydrogène et base. Électrode positive : brome)...........................	80

La coloration jaune de la branche positive du voltamètre peut être due aussi soit à des oxydes de brome, soit encore à du perbromure, comme l'a déjà fait observer M. Berthelot.

Iodure de potassium..	(Électrode négative : hydrogène et base. Électrode positive : iode)............................	54

Un élément zinc-charbon décompose vivement l'iodure de potassium avec dépôt d'iode à l'électrode positive et dégagement d'hydrogène à l'électrode négative. Un élément zinc-platine et acide sulfurique étendu décompose aussi, quoique plus faiblement, l'iodure de potassium. D'après M. Berthelot, un couple zinc-platine ne décomposerait pas l'iodure de potassium.

Il est probable que M. Berthelot opère sur une solution d'iodure de potassium trop étendue, et dans ce cas son électrolyse doit se produire moins aisément. En effet, l'iodure de potassium absorbe pour se décomposer moins de calories que l'eau, et par conséquent plus sa solution sera concentrée, plus l'électrolyse en sera facile. Ce serait tout le contraire pour un sel qui absorberait plus de calories pour se décomposer que l'eau, comme serait le cas, par exemple, du sulfate de potassium. Je reviendrai sur cette question dans un Mémoire spécial sur l'équilibre d'électrolyse entre un sel et l'eau (2).

---

(1) D'après M. Berthelot, avec trois couples zinc-platine ($116^{cal},1$) il y aurait électrolyse, mais pas de dépôt de manganèse sur l'électrode négative.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Debray, à l'École Normale.

CHIMIE. — *Sur les oxychlorures de zinc.* Note de M. G. ANDRÉ, présentée par M. Berthelot.

« J'ai obtenu un nouvel oxychlorure de zinc en chauffant ensemble 150gr de chlorure de zinc fondu avec 400gr d'eau et 40gr d'oxyde de zinc, puis dissolvant, à l'ébullition, le précipité dans une solution concentrée de sel ammoniac.

» Il se dépose peu à peu une poudre blanche, douce au toucher, qui, séchée sur du papier, a la composition suivante : $2ZnCl, 5ZnO, 26HO$:

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	23,90	23,75
ZnO	35,44	35,37

Elle retient un peu d'ammoniaque (1,3 environ pour 100). Cette poudre, lavée à l'eau froide jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de précipité avec l'azotate d'argent, offre la composition suivante : $ZnCl, 4ZnO, 11HO$:

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	20,67	20,66
ZnO	49,36	49,24

Elle ne contient plus d'ammoniaque et se dissout aisément dans la potasse et l'ammoniaque quand on chauffe.

» Dissoute dans l'acide chlorhydrique étendu, vers 15°, elle a donné, pour sa chaleur de formation,



$$ZnCl, 4ZnO, 11HO + 4HCl \text{ étendu, dégage} \ldots\ldots + 38^{Cal},3$$

d'où l'on déduit



$$ZnCl \text{ solide} + 4ZnO \text{ solide} + 11HO \text{ liquide, dégage} \ldots + 3^{Cal},2$$

» J'ai cherché la chaleur de formation de deux composés déjà décrits, le premier en chauffant une solution de chlorure de zinc avec de l'oxyde et laissant déposer, puis séchant le produit sur du papier et l'exposant ensuite dans le vide; le second en traitant du chlorure de zinc dissous par une quantité insuffisante d'ammoniaque et laissant digérer le précipité dans le liquide (Schindler-Kane), puis le séchant et le mettant dans le vide. Ces deux composés ont alors à peu près la même formule $ZnCl, 3ZnO, 5HO$.

Ils donnent, quand on les dissout dans l'acide chlorhydrique étendu, vers 15° :

Le premier : $ZnCl,3ZnO,5HO + 3HCl$ étendu, dégage..... $+ 30^{Cal},6$
Le second : » » ..... $+ 30^{Cal},1$

d'où l'on tire

1° $ZnCl$ solide $+ 3ZnO$ solide $+ 5HO$ liquide, dégage....... $+ 2^{Cal},6$
2° » » .... $+ 3^{Cal}$

» En précipitant par l'eau une solution aqueuse de chlorure de zinc évaporée à consistance sirupeuse, il se fait un précipité floconneux qui, séché et soumis à l'action du vide, m'a donné la formule $ZnCl,5ZnO,8HO$, et dont la chaleur de formation est la suivante :

$ZnCl,5ZnO,8HO + 5HCl$ étendu, dégage........ $+ 47^{Cal},8$, vers 13°

d'où

$ZnCl$ solide $+ 5ZnO$ solide $+ 8HO$ liquide, dégage........... $+ 2^{Cal},5$

» J'ai ensuite traité par l'eau bouillante le chlorure ammoniacal $2ZnCl,2AzH^3,HO$ que j'ai déjà étudié; j'ai lavé sur un filtre et à l'eau chaude la poudre blanche ainsi obtenue, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublassent plus l'azotate d'argent; je l'ai séchée et exposée dans le vide.

» La formule de ce corps est la suivante : $ZnCl,8ZnO,10HO$. Elle diffère de celle donnée par Kane pour un corps analogue :

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	14,40	14,10
ZnO..................	67,12	67,21

La chaleur de dissolution a donné, vers 16°,

$ZnCl,8ZnO,10HO + 8HCl$ étendu, dégage............. $+ 73^{Cal},8$

On a donc, pour la chaleur de formation,

$ZnCl$ solide $+ 8ZnO$ solide $+ 10HO$ liquide, dégage......... $+ 1^{Cal},4$

» Quand on soumet au même traitement par l'eau chaude les chlorures ammoniacaux que j'ai déjà décrits :

$$5ZnCl,5AzH^3,2HO \quad \text{et} \quad 6ZnCl,6AzH^3,ZnO,4HO,$$

on obtient deux composés encore plus basiques que le précédent, contenant 4,98 — 5,05 de chlorure et 87,44 — 87,43 d'oxyde de zinc pour 100.

» En résumé, l'association du chlorure de zinc avec l'oxyde de zinc

donne lieu à des oxychlorures hydratés qui sont formés avec des dégagements de chaleur très peu différents, variables de 1,4 à + 3,2, c'est-à-dire presque identiques dans les limites d'erreur des expériences ([1]). »

CHIMIE. — *Action du sulfure de carbone sur le silicium.*
Note de M. ALB. COLSON.

« Dans un tube en porcelaine, protégé par un tube en terre, j'introduis des nacelles contenant du silicium, et je chauffe à blanc, après avoir rempli le tube de vapeur de sulfure de carbone desséché. A cet effet, je maintiens le sulfure en ébullition, je le fais communiquer, d'une part, avec le tube en porcelaine et, d'autre part, à l'aide d'un tube plongeant dans le liquide, avec une prise de gaz, de façon que la pression reste à peu près constante.

» Outre le produit restant dans les nacelles, produit que nous allons étudier, il se dépose vers la sortie du tube, mais dans les parties encore très chaudes :

» 1° Un corps jaune comme l'oxyde de mercure, léger et volatil à haute température; il se détache assez facilement du tube;

» 2° Un corps jaunâtre, souillé par des poussières de silicium et fortement adhérent au tube; il semble résulter de l'attaque de celui-ci.

» Ces corps sont le plus souvent mélangés. Ils sont tous deux décomposables par l'eau avec dégagement d'hydrogène sulfuré, et les lessives alcalines même très étendues et froides les dissolvent rapidement. Le premier dégage seul un gaz combustible, inodore, qui est de l'hydrogène. Soumis à l'analyse, il donne pour 108 de matière 109 de silice; brûlé dans un courant d'oxygène, il dégage de l'acide sulfureux, se transforme totalement en silice sans changer sensiblement de poids : c'est donc un sulfure de silicium répondant à la formule



$$\text{Si S.}$$

» Voici d'ailleurs une autre vérification analytique. Je traite $0^{gr},620$ de matière impure par la potasse à 7 pour 100 et à la température de 10°; il y a dissolution immédiate et dégagement d'hydrogène. Je filtre et fais deux parts égales de la dissolution; dans l'une je recherche la silice et j'en trouve $0^{gr},305$; dans l'autre je verse une dissolution ammoniacale d'azo-

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

tate d'argent; il se précipite $1^{gr},280$ de sulfure d'argent, ce qui correspond sensiblement à la formule SiS.

» Dans le deuxième composé, le soufre est aussi au silicium dans le rapport des poids atomiques; comme il n'y a pas de dégagement de gaz par l'action de la potasse, ce corps ne peut être alors qu'un oxysulfure de formule



$$SiSO.$$

» Revenons au contenu des nacelles. Par une dissolution bouillante de potasse, enlevons-lui l'excès de silicium et le sulfure de silicium, puis traitons par l'acide fluorhydrique, au contact duquel il faut le laisser plusieurs heures; on obtient ainsi une poudre verdâtre qui dégage de l'hydrogène sulfuré par l'acide fluorhydrique bouillant et, soumise à l'analyse, offre, quels que soient la durée et les accidents de l'opération, une composition constante exprimée par la formule :



$$Si^4C^4S.$$

	Trouvé.			
	I.	II.	III.	Théorie.
Si..................	58,0	58,33	57,55	58,30
C..................	»	25,50	24,88	25,0
S..................	9,5	»	8,50	16,70

» La quantité de soufre trouvée est toujours un peu faible; cela tient sans doute à ce que tout le soufre n'est pas transformé totalement en sulfate par la potasse. Si en effet, après traitement par la potasse en fusion, on dissout celle-ci dans l'acide azotique étendu, il reste un résidu noir de sulfure d'argent (1). Ce composé sulfuré Si^4C^4S, chauffé dans un courant d'oxygène, dégage difficilement de l'acide sulfureux, et son poids ne varie pas; il se transforme donc en



$$Si^4C^4O^2.$$

» Je me suis demandé alors si dans l'action de l'acide carbonique sur le silicium on ne pourrait obtenir ce composé. On y arrive aisément si, au lieu d'empêcher tout dégagement de gaz (comme nous avions fait, M. Schützenberger et moi), on fait passer un courant lent d'acide car-

(1) Notons de plus que ce composé dégage H^2S par l'action de HFl bouillant. Comme le composé ainsi purifié ne contient pas de fluor, le raisonnement qui suit reste intact.

bonique. Il se dégage de l'oxyde de carbone et on obtient le corps



$$Si^4C^4O^2.$$

	Trouvé.	Théorie.
Si..................	58,1	58,3
C..................	25,8	25,0

» Donc, dans des conditions semblables, le sulfure de carbone et l'acide carbonique, agissant sur le silicium, donnent : l'un le composé Si^4C^4S; l'autre le composé $Si^4C^4O^2$, ce qui prouve qu'à haute température 1^{at} de soufre peut prendre, dans les composés les plus différents, la place de 2^{at} d'oxygène, et inversement, puisque SiS et Si^4C^4S, en brûlant, donnent SiO^2 et $Si^4C^4O^2$. En un mot, à très haute température, le soufre est tétratomique.

» Dans cette vue, le composé Si SO est peut-être un type des composés sulfosiliciés analogue aux composés carbosiliciés.

» C'est un point que l'action de SO^2 sur Si pourrait éclaircir; mais l'expérience n'a pas été faite.

» En résumé, dans ces composés :

» 1° Le carbone ne peut pas être décelé par les moyens habituels (Note du 27 juin 1881);

» 2° On obtient, au contact de parois siliceuses, des corps plus oxygénés dans une atmosphère réductrice que dans une atmosphère oxydante (Note du 15 mai 1882);

» 3° Le soufre est tétratomique (1). »

CHIMIE. — *Note préliminaire sur le didyme;* par M. P.-T. Clève.

« En 1874 (*Bulletin*, t. XXI, p. 246), j'ai déterminé le poids atomique du didyme à l'aide d'un oxyde dans lequel le spectroscope n'a décelé la présence ni du lanthane, ni de l'yttria. Comme moyenne, j'ai trouvé le nombre 147. Plus tard, M. Brauner (2) a fixé le poids atomique à 146,6, qui diffère très peu du nombre trouvé par moi-même. Les chimistes qui, avant moi, se sont proposé de déterminer le poids atomique du didyme ont trouvé des nombres se rapprochant de 144. Tout récemment, j'ai reçu

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(2) *Sitzungsberichte der K. Akad. der Wissensch. zu Wien*, II Abth., déc. 4, Jahrg. 1881.

de M. Brauner une lettre dans laquelle il m'informe qu'il a trouvé plus tard le nombre 145,4.

» J'ai toujours, pendant ces dernières années, soupçonné la présence d'un élément nouveau accompagnant le didyme, et j'ai fait plusieurs efforts pour le trouver. Dans le commencement de l'année, j'ai soumis à des précipitations fractionnées environ 200gr d'oxyde de didyme, extraits de la gadolinite et séparés des terres d'yttria avec du sulfate de potasse par des précipitations réitérées.

» Le poids atomique de la fraction qui se précipite la première était 146; la dernière fraction avait le poids atomique 142.

» L'examen du spectre à l'étincelle prouva, dans la dernière fraction, des raies assez fortes de didyme et de lanthane, mais aussi des raies nouvelles, parmi lesquelles une est très forte et possède la longueur d'onde $l = 4333,5$, d'après une détermination exacte de M. Thalén. Cette raie n'appartient pas au didyme ou au lanthane, ni à l'yttrium, à l'erbium, au terbium ou au Yα de M. Marignac.

» La première fraction à poids atomique 146 n'a donné qu'une trace faible de cette raie. Il est donc évident que le métal qui donne cette raie est plus basique que le didyme, moins que le lanthane. Le samarium est moins basique que le didyme.

» Ayant soumis le chlorure de didyme à une série de décompositions fractionnées par la chaleur, j'ai trouvé la même raie dans les fractions qui résistent le mieux à la décomposition, mais je n'ai pu en trouver une trace dans les premières fractions.

» J'ai trouvé la raie dans le spectre des fractions qui ont été précipitées avec de l'acide formique, d'où il semble résulter que le formiate doit être peu soluble, comme les formiates de didyme et des oxydes de la cérite. Le sel double avec le sulfate de potasse doit aussi être peu soluble.

» La raie 4333,5 a déjà été observée en 1868 par M. Thalén, dans un mélange de lanthane et de didyme obtenu par M. Bahr. Il n'a pu la retrouver en 1874, en examinant le didyme et le lanthane préparés par moi-même. En conséquence, je l'avais éliminé par les fractionnements réitérés auxquels j'ai soumis le lanthane et le didyme.

» Le métal qui produit cette raie paraît accompagner le didyme dans la plupart des minéraux. On l'a trouvé dans le didyme impur extrait de hjelmite, de monazite, d'eucolite, de l'orthite d'Arendal, dans la cérite et dans la gadolinite.

» J'ai signalé ces faits pour me réserver le droit de continuer mes recher-

ches sur le didyme, pour lesquelles j'ai fait des préparations considérables. Je ne veux nullement empêcher les chimistes qui, heureusement pour la Science, s'occupent en même temps que moi de la chimie des terres rares, de poursuivre leurs recherches. Au contraire, je serai satisfait si les faits signalés plus haut peuvent les aider dans leurs recherches. Il suit, il me paraît, de ce qui précède, qu'il y a encore un élément inconnu accompagnant le didyme, et, pour ne pas lui donner un nom, je propose de le désigner provisoirement par le symbole Diβ, caractérisé par la raie forte $l = 4333,5$ (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau camphre monochloré.* Note de M. P. Cazeneuve.

« Si l'on fait passer un courant de chlore sec sur du camphre en solution dans l'alcool absolu, en réglant la proportion de chlore, on obtient un camphre monochloré qui précède la formation du camphre bichloré (2).

» Voici les proportions à employer : 760^{gr} de camphre sont mis en suspension dans 230^{gr} d'alcool absolu (poids suivant le rapport moléculaire). On dirige dans le liquide le chlore desséché provenant de 1200^{gr} de sel marin. La température s'élève jusqu'à 60° environ, le camphre entre complètement en dissolution. Il est inutile de chauffer : la chloruration s'effectue très bien à cette température.

» Par refroidissement à 15°, 20°, le liquide se prend presque complètement en une masse cristalline. On jette sur un filtre, puis on achève de soustraire les parties liquides par un séjour de quelques heures sur des aires en plâtre. On lave à l'eau chaude, puis à l'eau froide pour enlever HCl, et on comprime dans un linge.

» La quantité obtenue est considérable et représente la majeure partie du camphre.

» Deux cristallisations successives dans l'alcool donnent de magnifiques aiguilles parfaitement blanches, pouvant atteindre plusieurs centimètres. Nous avons probablement affaire à des prismes orthorhombiques comme pour le camphre bichloré. Ces corps seraient isomorphes des camphres mono et dibromés et mono-iodés.

---

(1) Les recherches spectroscopiques nécessaires ont été exécutées par M. Thalén, et je lui en témoigne ma profonde reconnaissance.

(2) Voir *Comptes rendus*, 13 mars 1882.

» L'analyse donne :

Matière.		
0,61	AgCl	0,4835
0,384	CO^2	0,900
	H^2O	0,273

soit, en centièmes :

		Théorie pour $C^{10}H^{15}ClO$.
C	63,91	64,34
H	7,89	8,04
Cl	19,60	19,03
O	8,60	8,59
	100,00	100,00

» Le camphre monochloré possède une odeur qui rappelle le camphre, une saveur amère et aromatique se développant plus rapidement qu'avec le camphre bichloré. Il est en effet plus soluble dans l'eau que ce dernier et que le camphre. L'eau chaude en dissout suffisamment pour abandonner des paillettes cristallines par refroidissement. La vapeur d'eau l'entraîne avec facilité. Projeté à la surface de l'eau, le camphre monochloré prend le mouvement gyratoire. Il se dissout dans l'alcool froid, mais surtout dans l'alcool bouillant, d'où il se dépose, sous forme de cristaux faciles à pulvériser. Il est très soluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine.

» En solution alcoolique, il présente un pouvoir rotatoire beaucoup plus élevé que le camphre et que le camphre bichloré :

$$[\alpha]_j = +90°.$$

» Il commence à se ramollir vers 75° et entre en fusion à 83°-84°. Il commence à se solidifier vers 83°, mais reste mou au-dessous de 80°.

» Il bout à 244° et distille presque sans décomposition de 244° à 247°. Une trace se décompose avec dégagement de HCl et formation d'un faible résidu noirâtre.

» Il n'est pas décomposé à l'ébullition par une solution alcoolique de nitrate d'argent.

» Soumis à l'action de la potasse alcoolique pendant huit heures (température 80°) il n'a pas subi d'altération sensible. Cristallisé et purifié de la solution alcoolique, il nous a donné le même point de fusion, 83°-84°, et toutes ses autres propriétés.

» L'oxycamphre formé dans ces conditions aux dépens du camphre monochloré de Wheeler fond à 137°.

» Cet ensemble de caractères nous permet d'affirmer que notre camphre monochloré ne peut être confondu avec le corps de Wheeler obtenu par l'action de l'acide hypochloreux ([1]).

» Nous résumons ces propriétés différencielles dans le Tableau suivant :

Notre camphre monochloré.	*Camphre monochloré de Wheeler.*
1° Fond à 83°-84° ;	Fond à 95°.
2° Cristallise en magnifiques aiguilles prismatiques.	Cristallise sous forme indistincte.
3° Distille sans décomposition sensible.	Se décompose par la chaleur.
4° Résiste au nitrate d'argent alcoolique, à l'ébullition.	Est décomposé à l'ébullition par le nitrate d'argent alcoolique.
5° Résiste à la température de 80° à l'action de la potasse alcoolique.	Donne l'oxycamphre par la potasse alcoolique (température 80°).

» La stabilité de notre camphre monochloré le rapproche essentiellement du camphre monobromé, produit de bromuration directe comme notre corps l'est de chloruration directe.

» Le camphre monobromé distille également presque sans décomposition, résiste à l'action des sels d'argent aussi bien qu'à celle de la potasse alcoolique à 80°. Notre série chlorée doit être rapprochée de la série bromée. Une étude chimique plus approfondie achèvera d'établir ce parallélisme.

» D'autre part, la recherche comparée des dédoublements de notre camphre monochloré et de celui de Wheeler permettra, nous l'espérons, de jeter un nouveau jour sur la constitution du camphre. Il est probable que, dans notre corps, le chlore est fixé dans la chaîne centrale dans le noyau aromatique; de là, une certaine stabilité. La position du chlore dans les chaînes latérales pour le corps de Wheeler expliquerait la facile substitution de l'oxhydryle à Cl et la formation de l'oxycamphre $C^{10}H^{16}O^{2}$. »

([1]) WHEELER, *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. X, p. 289.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les fermentations spontanées des matières animales.* Note de M. A. Béchamp.

» I. En 1868 (1), j'ai publié les résultats d'une étude *Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs* brouillés dans la coquille par de vigoureuses secousses. Il s'agissait d'œufs d'autruche préparés par M. Donné. J'ai constaté les faits suivants :

» 1° Un dégagement gazeux d'acide carbonique et d'hydrogène souillés d'une trace d'hydrogène sulfuré. La loi de ce dégagement était la suivante : l'acide carbonique prédominait d'abord, puis devenait sensiblement égal, en volume, à l'hydrogène, et finissait par être supérieur à celui-ci, qui allait de plus en plus en diminuant.

» 2° Une production d'alcool et d'acide acétique et, le phénomène se prolongeant, d'un peu d'acide butyrique.

» 3° La disparition du glucose et des matières glucogènes de l'œuf.

» 4° La conservation des matières albuminoïdes et des corps gras, en apparence inaltérés ou peu modifiés.

» 5° La cause de la fermentation s'est trouvée être les microzymas normaux du jaune de l'œuf, ce qui a été prouvé directement; car des bactéries ou des vibrions ne s'étaient pas développés.

» II. En 1872 (2), j'ai fait voir que le foie frais, plongé dans l'eau phéniquée, dégage pareillement de l'acide carbonique et de l'hydrogène souillés d'un peu d'hydrogène sulfuré. Le foie et l'eau dans lequel il plonge deviennent très acides *sans odeur de putréfaction*. Parmi les produits de la fermentation, j'ai trouvé l'alcool, l'acide acétique, l'acide lactique, etc. Le glucose et la matière glucogène du foie avaient disparu sans que les matières albuminoïdes hépatiques parussent avoir pris part au phénomène. Il n'y avait pas d'autres formes organisées que les microzymas du foie et les bactéries, chapelets de microzymas, etc., qui résultent de leur évolution.

» III. En 1879 (3), M. J. Béchamp, étudiant du même point de vue la viande de cheval mise à l'abri des germes atmosphériques, trouva qu'il

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 523.

(2) *Id.*, t. LXXV, p. 1830.

(3) *Id.*, t. LXXXIX, p. 573, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, p. 406.

s'y produisait de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide butyrique, sans que les matières albuminoïdes de la viande parussent atteintes. Et l'auteur faisait voir que la cause de la fermentation n'était autre que les microzymas de la viande et les organismes qui résultent de leur évolution, microzymas associés en 8 de chiffre, chapelets de grains, bactéries, confirmant ainsi les observations que j'avais eu l'honneur de faire à l'Académie, seul ou en collaboration avec M. Estor.

» IV. Or, MM. Gautier et Étard viennent, à leur tour, d'observer les mêmes faits, ceux qui ont été constatés (tant à l'égard de la disparition initiale des matières glucogènes, des produits formés, que des ferments figurés intervenus) dans l'étude des fermentations spontanées des œufs, du foie, de la viande. (Voir *Comptes rendus* du 10 mai.) S'ils avaient recherché l'alcool, ils l'auraient certainement trouvé.

» Il y a dans cette revue un ensemble très bien lié de faits dont il est possible de tirer plusieurs conclusions :

» 1° Spontanément, c'est-à-dire sans le concours d'aucune cause extérieure, la viande, le foie, les œufs brouillés fermentent.

» 2° En terminant ma Note sur la fermentation du foie, je disais : « Si, dans » cette expérience, le foie produit de l'alcool, pourquoi n'en produirait-il » pas physiologiquement? » Cette question a été le point de départ de recherches destinées à démontrer que même l'organisme humain produit de l'alcool dans ses tissus.

» *a.* J'ai démontré que l'urine d'un homme ayant dépassé la cinquantaine contenait de l'alcool, même après l'abstention, durant vingt-quatre heures, de toute boisson fermentée. L'alcool se découvre plus difficilement dans l'urine des jeunes sujets [1].

» *b.* J'ai démontré que le lait de vache et d'ânesse, au moment de la traite, contiennent de l'alcool et de l'acide acétique. L'un et l'autre augmentent après la traite, tandis que les microzymas évoluent en bactéries et que le lait se caille [2].

» *c.* M. J. Béchamp a recherché et trouvé l'alcool dans le foie, le cerveau, les muscles, pris à des animaux (mouton, bœuf) au moment où ils venaient d'être abattus, et distillés tandis qu'ils étaient encore chauds [3].

» Le seul élément histologique non transitoire de l'organisme qui per-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1831.
(2) *Id.*, t. LXXVI, p. 836.
(3) *Id.*, t. LXXXI, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, *loc. cit.*

siste après la mort, et qui évolue en bactéries, étant les microzymas, il est naturel de les considérer comme les ferments organisés producteurs de cet alcool, acide acétique, etc. Et cette présence de l'alcool dans les tissus nous montre une des causes, indépendante du phénomène d'oxydation, de la disparition du sucre dans l'organisme.

» 3° La matière fermentescible qui disparaît la première dans un organe, après la mort, c'est le glucose, la matière glucogène ou quelque autre corps appelé *hydrate de carbone*. Les produits qui se forment sont les mêmes que dans les fermentations dites alcooliques, lactiques, butyriques, ordinaires de laboratoire.

» 4° La cause de la décomposition de la matière d'un organisme après la mort est donc dans cet organisme, et elle est la même qui agit dans d'autres conditions pendant la vie. Cette cause n'est pas autre que les microzymas, capables, par évolution, de donner des bactéries.

» 5° Les microzymas, avant ou après leur évolution bactérienne, ne s'attaquent aux matières albuminoïdes et gélatinigènes qu'après la destruction des matières glucogènes.

» 6° Mais ce n'est que dans certaines conditions, et grâce à l'intervention de l'oxygène, à la suite de nouvelles fermentations, que la matière animale est définitivement réduite en acide carbonique, eau, azote ou composés azotés par ces mêmes microzymas évolués en bactéries ou non.

» 7° Et c'est ainsi que la nécessaire destruction de la matière organique animale, dans un organisme, n'est pas livrée aux hasards de causes étrangères à cet organisme. Je n'ai jamais dissimulé l'origine des idées qui m'ont guidé dans mes études sur les fermentations. Aujourd'hui, aux citations que j'ai déjà faites de certains énoncés de M. Dumas sur l'analogie fonctionnelle des animaux et des ferments, que le manque d'espace m'empêche de reproduire, il est indispensable d'ajouter celle-ci :

» Dès qu'un ferment trouve réunies les conditions de son existence, c'est-à-dire une matière organique à décomposer, et celle de son développement, c'est-à-dire une matière organisable à s'assimiler, ce ferment semble agir et se développer comme le ferait une suite de générations d'êtres organisés quelconques. Comme tous les liquides de l'économie animale ou végétale présentent réunies les conditions que nous venons d'exprimer, les effets résultant de l'action des ferments pendant la vie ou après la mort des êtres organisés doivent être immenses, et ils le sont en effet ([1]).

» Oui, ils le sont en effet ! et tous mes efforts tendent à démontrer

([1]) DUMAS, *Traité de Chimie appliquée aux Arts* (1843).

que les microzymas sont, dans les organismes, les agents chimiquement et physiologiquement actifs des transformations qui s'y accomplissent pendant la vie et après la mort. »

MM. P. **Cazeneuve** et G. **Daremberg** appellent l'attention de l'Académie sur l'action de l'eau oxygénée sur plusieurs substances animales.

« Les grains riziformes des kystes synoviaux et la gélatine de Warthon du cordon ombilical décomposent l'eau oxygénée. Nous avons démontré en 1874, dans les *Bulletins de la Société de Biologie,* que ces deux substances et qu'en général toutes les substances appelées *colloïdes* par Virchow et ses élèves décomposent très énergiquement l'eau oxygénée. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De la névroglie;* par M. L. **Ranvier**.

« Dans une Note que j'ai communiquée, il y a quelques années, à l'Académie, j'ai soutenu que la névroglie de la moelle est composée de fibres de toute longueur, s'entre-croisant en certains points au niveau desquels se trouvent des cellules généralement aplaties. J'avais fait cette observation sur la moelle épinière de mammifères adultes, dissociée après injections interstitielles d'acide osmique, et j'avais été conduit ainsi à faire rentrer le tissu conjonctif de la moelle dans le schéma du tissu conjonctif que j'avais établi. J'ai repris dernièrement l'étude de la névroglie, et je suis arrivé à la connaissance d'un certain nombre de faits qui amèneront, je l'espère, une entente définitive sur sa constitution.

» J'ai confirmé d'abord mes premières observations; j'ai cherché ensuite à reproduire celles de Deiters, de Boll et de Golgi. Après quelques tâtonnements, j'ai obtenu un très grand nombre de cellules de Deiters par une méthode fort simple. Cette méthode est la suivante : des segments de la moelle épinière du bœuf ou du chien sont placés dans le liquide de Müller pendant plusieurs semaines. Lorsqu'ils ont acquis un degré de durcissement convenable, on y fait des coupes longitudinales que l'on colore fortement par le carmin. Les coupes sont placées dans une goutte d'eau sur une lame de verre, puis, au moyen d'une lamelle que l'on applique et que l'on soulève maintes fois, on les désagrège. Chez le bœuf, les cellules de la névroglie n'ont pas les formes rudimentaires que leur a attribuées Deiters. Leur noyau est bien accusé; leur corps cellulaire bien développé est membraneux, irrégulièrement étoilé et montre des accidents de formes qui dé-

pendent en grande partie des pressions exercées par les éléments voisins (crêtes d'empreinte). Il s'en dégage de nombreux prolongements qui ne sont autre chose que les fibres de toute longueur, si nettes dans les préparations faites au moyen des injections interstitielles d'acide osmique, et qui, dans ces préparations, paraissent être indépendantes des cellules.

» Comment concilier ces deux observations, en apparence contradictoires? On pourrait le faire sans doute par un examen plus approfondi des préparations précédemment indiquées, mais il m'a paru préférable d'arriver à l'évidence au moyen d'une méthode nouvelle, qui, comme on va le voir, conduit directement à la solution du problème. Cette méthode, une de celles que j'ai fait connaître dans mon *Traité technique d'Histologie,* consiste dans l'emploi successif de deux réactifs dont l'un produit un certain degré de dissociation, et dont l'autre fixe définitivement les tissus modifiés par le premier.

» C'est là une méthode générale, dont les histologistes saisiront l'importance et qui m'a déjà donné de bons résultats dans l'étude des organes des sens. Voici comment je l'applique à la préparation de la névroglie : un segment de moelle ayant séjourné pendant vingt-quatre heures dans l'alcool au tiers, on en détache de petites portions et on les agite avec de l'eau distillée dans un tube à expérience jusqu'à ce qu'elles soient dissociées; on ajoute du picrocarmin pour colorer les éléments, puis on les laisse se déposer au fond du tube. On les recueille au moyen d'une pipette et on les porte dans un autre tube contenant de l'eau distillée, à laquelle on ajoute de l'acide osmique. Lorsqu'ils ont gagné le fond du vase, on les prend de nouveau avec la pipette pour les examiner au microscope. A côté des cellules ganglionnaires, si l'on a opéré sur la substance grise, les cellules de la névroglie se montrent en nombre assez considérable. Elles présentent de nouveaux caractères qui permettent de bien apprécier leurs rapports avec les fibres névrogliques. Ces fibres ne paraissent plus être de simples prolongements des cellules, car on peut les suivre maintenant au sein des cellules elles-mêmes. Elles sont simplement noyées dans le protoplasma, et si, dans les préparations faites à l'aide du liquide de Müller, on ne peut les distinguer, cela tient uniquement à ce que, après l'action de ce réactif, leur indice de réfraction est à peu près le même que celui de la substance qui les englobe.

» Toutes les cellules de la névroglie ne sont pas étoilées, toutes n'affectent pas avec les fibres les rapports que je viens de décrire. Il y en a de

rondes ou polyédriques qui sont disposées isolément ou en série, dans la substance blanche, entre les tubes nerveux qui la composent. Certaines de celles qui sont étoilées ont leur noyau placé excentriquement dans une masse de protoplasma dont la forme est globuleuse. En l'absence de dessin pour le représenter, je comparerai leur forme à celle du poulpe commun : les tentacules de l'animal correspondant aux fibres névrogliques, son corps au noyau de la cellule et à la masse protoplasmique qui l'entoure. J'ajouterai encore un détail à la description des cellules étoilées. Dans les préparations faites après l'action du liquide de Müller, on voit la masse de protoplasma envoyer sur les fibres qui s'en dégagent des expansions qui, généralement, s'étendent entre elles comme une membrane interdigitale, d'autres fois les entourent d'une sorte de manchon. Souvent, deux fibres contenues dans un même manchon se séparent ensuite, de telle sorte que l'on pourrait croire à une division. L'espace me manque pour faire à ce propos la critique des observations de Deiters et de F. Boll; mais les lecteurs qui sont au courant de la question la feront d'eux-mêmes. Enfin, je dirai que les fibres qui traversent les cellules de la névroglie n'y suivent pas toujours un sujet rectiligne; un grand nombre d'entre elles y décrivent des courbes ou y sont repliées en forme d'anse.

» J'arrive maintenant à la partie la plus importante de cette Communication, celle qui est plus spécialement du domaine de l'Anatomie générale. Pour saisir la signification morphologique des cellules et des fibres de la névroglie, il faut les comparer aux cellules de soutènement des organes des sens, celle de la rétine par exemple. Les cellules de soutènement de la rétine, *fibres de Müller,* possèdent, comme on le sait, une partie fibreuse qui traverse la membrane suivant une direction perpendiculaire à sa surface, et une masse de protoplasma latérale, dans laquelle un noyau est compris. Ces cellules ont eu à l'origine une constitution homogène. Il s'y est donc produit une différenciation, en vertu de laquelle une partie de leur protoplasme s'est transformée en fibre. C'est là un point important, car les cellules de la névroglie et les fibres qui sont en rapport avec elles sont évidemment les équivalents des cellules de soutènement de la rétine.

» Seulement, tandis que chacune de ces dernières cellules donne naissance à une seule fibre, les cellules de la névroglie en produisent plusieurs. Cette différence n'est pas fondamentale, ainsi qu'il ressortira d'une Communication que je me propose de faire prochainement sur les cellules de soutènement de l'organe de Corti.

» Les cellules arrondies et polyédriques de la névroglie peuvent être considérées comme des cellules du névro-épithélium primitif non différenciées, et, à ce point de vue, elles sont les équivalents des cellules de la rétine que j'ai désignées sous le nom de *cellules basales*. Chez un embryon de bœuf de $0^m,14$, toutes les cellules de la névroglie se montraient sous ces formes. Chez des embryons plus âgés, j'ai examiné des embryons de bœuf de $0^m,75$ et de $0^m,95$: un grand nombre de cellules de la névroglie étaient étoilées et présentaient de longs prolongements; mais ces prolongements n'étaient pas encore des fibres véritables : ils avaient la constitution du protoplasma de la cellule et se fondaient avec lui. Enfin, chose singulière, les cellules de la névroglie du cerveau de l'adulte paraissent ne pas dépasser ce stade du développement. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai expérimental de localisation anatomique des symptômes du délire toxique chez le chien.* Note de M. S. **Danillo** (1), présentée par M. Vulpian.

« L'injection d'une certaine quantité d'essence d'absinthe, comme on le sait, donne, chez un chien, un accès de délire d'une durée variable. Ce délire, qui se manifeste sous la forme d'aboiements, grondements, hurlements, mouvements de défense, tentatives pour mordre, etc., apparaît au chien dans l'intervalle des attaques convulsives (Marcé, Magnan, etc.), ou bien dans certaines conditions, d'emblée (Danillo). Le syndrome des phénomènes psychiques est donc nettement prononcé. Il m'a semblé qu'on pouvait mettre à profit cette propriété de l'essence d'absinthe, pour essayer d'aborder, au moyen de l'expérimentation, la question relative à la localisation des hallucinations.

» En laissant de côté, parce qu'elles ne rentrent pas dans le cadre de mes recherches, les théories psychologiques (Esquirol, Falret, Spielman, Brierre de Boismont, etc.), de même que la théorie dite psycho-sensorielle (Baillarger, Kahlbaum, Hagen), je rappellerai qu'on a émis deux théories anatomo-physiologiques opposées. L'une place dans les couches optiques le siège du *sensorium commune* (Todd, Carpenter, etc.) et le point de départ des hallucinations (Luys, Ball, Ritti, Poincaré, Fournié, etc.) ; l'autre envisage la région corticale proprement dite du cerveau comme le seul *substra-*

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

tum anatomique de tous les phénomènes sensoriels et psychiques (Flourens, Vulpian, Wundt, Balinski, Mierzejewski, Charcot, Ferrier, Tamburini, Hitzig, Exner, etc.)

» Sans vouloir assimiler les phénomènes du délire toxique chez le chien aux hallucinations observées chez l'homme dans des conditions toutes différentes, j'ai cherché seulement à déterminer approximativement quelle est celle des deux parties de l'encéphale (couches optiques et région corticale), dont l'intégrité est nécessaire pour la production du délire.

» Dans un essai antérieur et analogue au mien (Pasternazky), ces recherches n'ont porté que sur la région psycho-motrice; par conséquent, elles ne pouvaient jeter aucune lumière sur le rôle des autres parties de l'encéphale, par rapport aux phénomènes du délire.

» Mes recherches sur le rôle des couches optiques ont été faites comme il suit. Huit expériences ont été instituées sur des chiens du poids de $4^{kg},5$ à 15^{kg}. Sur deux de ces animaux la lésion bilatérale des couches optiques a été pratiquée : chez l'un, à la partie antérieure ; chez l'autre, à la partie postérieure, à l'aide du stylet de Weyssière, introduit par deux petites ouvertures faites au crâne, dans la région pariétale. Dans les autres six expériences, les couches optiques ont été détruites dans toute leur étendue : deux fois par le thermocautère Paquelin, et quatre fois à l'aide du stylet Weyssière. De même que les autres auteurs (Schiff, Lussana et Lemoigne, Carville et Duret), je n'ai jamais observé des phénomènes de douleur, consécutifs à la lésion; mais on observait de la paralysie motrice des pattes antérieures, et de la contracture qui disparaissait au bout de quarante-cinq à soixante minutes. L'injection d'essence d'absinthe, faite alors, donnait toujours un accès de délire très nettement prononcé, qui durait de une à cinq minutes. Dans quatre expériences sur les six, dans lesquelles il y avait eu destruction totale des couches optiques, le délire a pu être ainsi provoqué chez le même animal, plusieurs fois consécutives. Si, pendant la période du délire, on irrite, à l'aide d'excitations électriques ou mécaniques, le bout central du nerf sciatique, on arrête le délire pendant toute la durée de l'excitation. Une irritation faite dans les mêmes conditions, mais pendant l'attaque convulsive, ne l'arrête pas, et les phénomènes se succèdent dans un ordre connu. Les animaux ont toujours survécu plusieurs heures à ces expériences. La topographie de la lésion était ensuite examinée sur des coupes du cerveau, après son durcissement dans l'alcool.

» Pour mes recherches sur la région corticale, j'ai mis en œuvre le procédé suivant. Après m'être assuré (de même que dans les expériences sur

les couches optiques) qu'une certaine quantité d'essence d'absinthe donnait une attaque de délire chez des chiens non opérés (du poids de 10^{kg} à 30^{kg}), je laissai reposer l'animal pendant une heure, et ensuite j'enlevai la calotte cranienne sur toute l'étendue de la surface convexe. Après une heure de repos (le cerveau étant recouvert pendant ce temps), la région corticale des deux hémisphères était abrasée rapidement avec une partie de la substance blanche sous-jacente, sous forme de couches de $0^m,003$ ou $0^m,004$ d'épaisseur. Cette abrasion a porté deux fois sur la zone dite psycho-motrice, deux fois sur la zone psycho-sensitive, et quatre fois sur toute la surface convexe de la région corticale, dans les limites indiquées par Hitzig, Ferrier, Munk, Luciani et Tamburini.

» Lorsque l'animal ne périssait pas à la suite de cette dernière opération et qu'après une demi-heure il revenait à lui, l'opération était considérée comme réussie, et on faisait l'injection de l'essence d'absinthe avec une dose déterminée auparavant.

» Après l'abrasion de le région psycho-motrice, le délire apparaît, de même qu'après l'abrasion de la région occipitale seulement. Mais, alors, il semble que les mouvements de défense, les tentatives pour mordre, etc., sont moins prononcées que chez un animal non opéré.

» Après l'abrasion totale de la région corticale (quatre expériences réussies), l'injection de l'essence d'absinthe a toujours donné une attaque d'épilepsie très nette, mais jamais de délire. Les animaux survivaient à ces expériences de deux à trois heures.

» Les résultats de la première série de recherches indiquent donc que l'intégrité des couches optiques n'est pas nécessaire pour la production des phénomènes du délire toxique chez le chien.

» Ceux de la seconde série démontrent, me semble-t-il au contraire, que la région corticale, dans toute son étendue (psycho-motrice et psycho-sensitive), doit être exclusivement en cause dans la production du délire, dans les conditions dont il s'agit.

» Ce fait, au reste, ne contredit pas les données générales de la Physiologie expérimentale et de la Pathologie humaine, sur les fonctions de la région corticale du cerveau, données émises par divers auteurs anciens et confirmées par de nombreuses recherches ultérieures.

» En outre, les résultats de mes recherches sur la région corticale paraissent indiquer que la localisation corticale étroitement circonscrite des fonctions sensitives chez les animaux ne doit pas encore être envisagée actuellement comme un fait parfaitement incontestable. Il y aurait ainsi

peut-être une certaine analogie à établir entre les résultats que j'ai obtenus et les données auxquelles ont conduit les dernières recherches sur les localisations corticales motrices chez l'homme (Exner). »

M. F. Larroque communique à l'Académie les documents suivants sur l'orage du 30 mai :

« L'orage qui est passé sur Paris le 30 mai dernier, entre 4^h et 5^h du matin, n'a pas seulement été remarquable par son étendue : il a présenté une particularité dont je prends la liberté d'entretenir l'Académie.

» Les nuages orageux marchaient assez lentement du Sud vers le Nord. Leur altitude ne dépassait guère 300^m.

» Dès que la pluie fut arrêtée, je reconnus qu'un deuxième courant de nuages circulait de l'Est à l'Ouest, au-dessous des nuages orageux. Ce courant, animé d'un mouvement de translation rapide, était distant du sol d'environ 50^m. Il consistait en une nappe de nuages noirs, sortes de cirrhocumulus déchirés et effiloqués, réduits à des filaments si grêles et si tourmentés, que leur ensemble produisait à la vue l'impression d'un tissu vasculaire transparent.

» L'orage du 30 mai a répandu sur son trajet une pluie torrentielle; dans quelques régions, notamment dans celles de Meaux et de Lizy-sur-Ourcq, la grêle est tombée en abondance.

» C'est la seconde fois, depuis huit ans, que j'observe un pareil phénomène. J'en fus témoin, pour la première fois, à Bagnères-de-Luchon. Dans les deux cas, les circonstances ont été identiques : il a plu abondamment et grêlé par endroits. »

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note « Sur une nouvelle combinaison des lentilles du microscope ». L'auteur s'est proposé d'obtenir avec une grande distance focale un grossissement égal à 2000. Il serait alors possible aux anatomistes et aux physiologistes d'effectuer leurs dissections et leurs préparations avec un grossissement très considérable, à une distance de l'objectif du microscope égale à $0^m,004$ ou $0^m,006$.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de M. Boussingault, la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Decaisne* :

En première ligne . . . . M. SCHLŒSING.

En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . . . .
M. DEHÉRAIN.
M. DUCLAUX.
M. F. RAOUL DUVAL.
M. LAVALLÉE.
M. PRILLIEUX.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 JUIN 1882.

Sur le projet de création en Algérie et en Tunisie d'une mer intérieure; par E. COSSON. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Traité de Botanique; par PH. VAN TIEGHEM, fascicule V, pages 641 à 800. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles, t. XXIV. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

Rapport sur l'Ecole pratique des Hautes Etudes, 1880-1881. Paris, imp. Delalain, 1882; in-8°.

Sur les unités électriques; par M. M. LÉVY. Paris, Gauthier-Villars, 1882; br. in-8°.

MARIUS FONTANE. *Histoire universelle. Les Egyptes (de 5000 à 715 avant J.-C.)*. Paris, A. Lemerre, 1882; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Orchite ourlienne, observée en 1881, *à l'Ecole Polytechnique, dans le cours d'une épidémie d'oreillons; par* le Dr A. Védrènes. Paris, V. Rozier, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Note sur l'anatomie de la tige des vanilles; par M. V. Pompilian. Paris, impr. Martinet, 1881; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société Botanique de France.*)

Le rhéolyseur; par M. le Prof. E. Wartmann. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève.*)

Discours de clôture du Congrès scientifique de Dax; par le Dr F. Garrigou. Paris, imp. Vignancour, 1882; in-8°.

La sécurité dans les chemins de fer; par L. Malo. Paris, Dunod, 1882; in-12. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Ville de Bordeaux. Rapport général sur les travaux de la Commission des logements insalubres pendant les années 1876 *à* 1881 *inclusivement; par* E. Mauriac. Bordeaux, imp. Bellier, 1882; in-4°. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Contribution à l'étude de l'épidémie de variole qui a sévi à Bordeaux pendant les années 1880 *et* 1881 (*Prophylaxie et Statistique*); *par* le Dr E. Mauriac. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Fragments de Chirurgie antiseptique; par le Dr J. Boeckel. Paris, Germer-Baillière, 1882; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Leçons sur les modifications du sang; par G. Hayem. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Session 1880-81. Edinburgh, 1882; in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXX, Part. I, for the session 1880-81. Edinburgh, 1882; in-4°.

Proceedings of the american pharmaceutical Association at the twenty-ninth annual meeting, held in Kansas City, Mo., august 1881, *also the Constitution, by Laws, and Roll of Members.* Philadelphia, Sherman and C°, 1882; in-8°.

Bi-metallic England; by Ottomar Haupt. Paris, Lecuir; London, E. Wilson, 1882; br. in-8°.

Memoirs of the Royal Astronomical Society, vol. XLVI, 1880-81. London, 1881; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 mai 1882.)

Page 1441, ligne 12 en remontant, *au lieu de* Fe^2Cl^6, *lisez* Fe^2O^3.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Cornalia*, Correspondant dans la Section d'Économie rurale, décédé le 8 juin 1882.

M. **Milne Edwards**, à la suite de cette Communication, prend la parole pour rappeler brièvement les services nombreux et variés rendus aux Sciences naturelles par M. le professeur Émile Cornalia, de Milan.

« Ce fut principalement à raison de ses importantes observations sur la cause de la maladie des vers à soie, désignée par notre confrère, M. de Quatrefages, sous le nom de *pébrine*, que l'Académie fit choix de M. Cornalia pour prendre place parmi les Correspondants de notre Section d'Économie rurale; mais ce savant éminent avait, comme zoologiste, des titres non moins considérables à notre haute estime. Son livre sur l'anatomie et la physiologie du Bombyx du mûrier est le meilleur Ouvrage que nous ayons sur l'histoire naturelle de cet insecte, dont l'étude avait été faite cependant d'une manière approfondie par l'illustre Malpighi. On doit citer aussi avec éloges les recherches de M. Cornalia sur l'organisation de

divers Crustacés, sur les branchies extérieures et transitoires de certains Poissons, sur quelques animaux fossiles de la Lombardie, sur la paléontologie de l'Istrie et sur beaucoup de questions entomologiques. M. Cornalia était un observateur habile, et sa mort sera vivement regrettée par tous les zoologistes. »

MÉCANIQUE. — *Sur un point de la théorie mathématique des effets du jeu de billard;* par M. **H. Resal.**

« J'ai donné, il y a une dizaine d'années, en tenant compte du frottement, la solution complète du problème relatif à une bille qui vient frapper un plan, quel que soit le degré d'élasticité des deux corps, problème que Coriolis n'a pas abordé. J'avais perdu de vue ce genre d'étude, lorsque j'ai été conduit, par une circonstance particulière, à m'occuper du choc d'une bille contre une bande de billard, question qui, de la part de Coriolis, n'a été l'objet que de quelques aperçus. Il s'agit, en résumé, *du choc d'une bille, assujettie à se mouvoir sur un plan* (S), *contre un autre plan* (S') *perpendiculaire au précédent.*

» Je supposerai que la bille est formée de couches sphériques homogènes dont la densité peut varier en allant du centre à la surface. Comme sa masse entrerait en facteur commun dans les formules finales, je puis, pour simplifier, la supposer égale à l'unité.

» Je ferai abstraction de la composante de la rotation de la bille autour de son centre de gravité, estimée suivant la normale à (S'), qui reste constante pendant la durée du choc, et qui ne joue aucun rôle dans les effets produits par le frottement.

» Soient

R le rayon de la bille;

$\frac{R^2}{k}$ son moment d'inertie par rapport à son diamètre, k étant égal à $\frac{5}{2}$ dans l'hypothèse de l'homogénéité;

C la position du centre de la bille pendant le choc;

A le point de contact avec (S');

Ax la normale extérieure en ce point;

Ay la parallèle en A à l'intersection des deux plans;

Az la normale extérieure à (S);

f le coefficient de frottement;

N la réaction normale de (S');

u, v les composantes parallèles à Ax, Ay de la vitesse V de C à un instant quelconque du choc;

η, ζ les composantes semblables de la vitesse de glissement w de A;

p', q' les composantes de la rotation autour de C, parallèles à Ay, Az.

» Je poserai

$$p = p'\mathrm{R}, \quad q = q'\mathrm{R},$$

et je distinguerai respectivement par les indices o et 1 les quantités qui se rapportent au commencement et à la fin du choc.

» On a d'abord

$$\eta = v - \mathrm{R}q' = v - q, \tag{1}$$

$$\zeta = \mathrm{R}p' = p, \tag{2}$$

puis

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dt} = \mathrm{N}, \\ \dfrac{dv}{dt} = -\dfrac{\eta}{w} f\mathrm{N}. \end{cases} \tag{3}$$

» Il vient ensuite

$$\frac{\mathrm{R}^2}{k}\frac{dp'}{dt} = -\frac{\zeta}{w} f\mathrm{NR}, \quad \frac{\mathrm{R}^2}{k}\frac{dq'}{dt} = \frac{\eta}{w} f\mathrm{NR},$$

ou

$$\begin{cases} \dfrac{dp}{dt} = -\dfrac{\zeta}{w} kf\mathrm{N}, \\ \dfrac{dq}{dt} = \dfrac{\eta}{w} kf\mathrm{N}. \end{cases} \tag{4}$$

» En éliminant N entre les secondes équations (4) et (3) et intégrant, on trouve

$$q = q_0 - k(v - v_0), \tag{5}$$

et l'équation (1) prend la forme

$$\eta = v(1 + k) - (q_0 + kv_0). \tag{1'}$$

» De la première des formules (4) et de la seconde des formules (3), on déduit par division, en ayant égard aux valeurs (2) et (1'),

$$\frac{dp}{dv} = k\frac{\zeta}{\eta} = \frac{kp}{v(1 + k) - (q_0 + kv_0)},$$

d'où

$$(6)\qquad p = p_0\left[\frac{v(1+k)-(q_0+kv_0)}{v_0-q_0}\right]^{\frac{k}{1+k}} = p_0\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)^{\frac{k}{1+k}}.$$

» On voit ainsi que p est nul avec p_0. Si $v_0 = q_0$, il n'y a pas de glissement initial; la valeur infinie que paraît donner la formule précédente indique qu'il ne se développe pas de frottement pendant la durée du choc, et que l'on a

$$v = v_0, \quad p = p_0.$$

De ce que

$$w = \sqrt{\eta^2 + p_0^2\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)^{\frac{2k}{1+k}}},$$

les équations (3) donnent, par division, eu égard à la valeur (1'),

$$f\,du = -\sqrt{\eta^2 + p_0^2\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)^{\frac{2k}{1+k}}}\,\frac{dv}{\eta} = \mp\frac{1}{1+k}\sqrt{1+\frac{p_0}{\eta_0^2}\left(\frac{\eta_0}{\eta}\right)^{\frac{1+k}{2k}}}\,d\eta,$$

en prenant le signe — ou le signe +, selon que η sera positif ou négatif.

» On déduit de là

$$\mp(1+k)f(u_1-u_0) = \int_{\eta_0}^{\eta_1}\sqrt{1+\frac{p_0^2}{\eta_0^2}\left(\frac{\eta_0}{\eta}\right)^{\frac{1+k}{2}}}\,d\eta.$$

» Soient a la valeur absolue de la composante u_0, qui y est essentiellement négative; μ le coefficient de rendement de la vitesse normale déduit de l'expérience, et qui serait égal à l'unité si les corps choquants étaient parfaitement élastiques. On a

$$u_1 = \mu a, \quad u_0 = -a,$$

par suite,

$$(7)\qquad \int_{\eta_0}^{\eta_1}\sqrt{1+p_0^2\left(\frac{\eta_0}{\eta}\right)^{\frac{1+k}{2}}}\,d\eta = \mp a(1+k)(1+\mu)f.$$

» On devra prendre le signe supérieur ou le signe inférieur selon que η_0 sera positif ou négatif; si de l'équation précédente on déduit pour η_1 une valeur de même signe que η_0, on sera sûr que les choses se passent comme on l'a supposé; dans le cas contraire, qui se présentera bien rarement, il sera démontré que le frottement change de sens pendant la durée du choc, et que ses effets se neutralisent au moins partiellement; ce qu'il y a de mieux à faire alors est de négliger le frottement.

» Quoi qu'il en soit, η_1 étant obtenu, les formules (6), (1'), 5) nous feront connaître les éléments du problème p_1, v_1 et q_1.

» Je terminerai en considérant le cas simple où $p_0 = 0$.

» L'équation (7) donne

$$\eta_1 - \eta_0 = \mp a(1+k)(1+\mu)f.$$

De l'équation (1') mise sous la forme

$$\eta_1 - \eta_0 = (v_1 - v_0)(1+k ,$$

on déduit

$$v_1 = v_0 \mp a(1+\mu)f, \tag{8}$$

et enfin on tire de l'équation (5)

$$q = q_0 \pm a(1+\mu)kf. \tag{9}$$

Soient i_0, i_1 les inclinaisons des vitesses V_0 et V_1 sur la normale Ax; on a

$$v_1 = \mu a \operatorname{tang} i_1, \quad v_0 = a \operatorname{tang} i_0,$$

par suite

$$\operatorname{tang} i_1 = \frac{1}{\mu} \operatorname{tang} i_0 \mp \left(1 + \frac{1}{\mu}\right) f. \tag{10}$$

Connaissant i_1, on calculera

$$V_1 = \frac{\mu a}{\cos i_1} = \mu \frac{V_0 \cos i_0}{\cos i_1}. \tag{11}$$

Les considérations précédentes s'appliquent évidemment au cas où le plan (S') serait remplacé par une surface cylindrique normale au plan (S), comme cela a lieu dans le billard forain.

» La valeur moyenne $\mu = 0,55$ admise par Coriolis pour une bille et une bande s'éloigne peu de celle $\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0,577$ qui se rapporte à une bille et au marbre, par suite à un bois dur. Pour une bande on a $f = 0,20$, et, dans le cas du cercle en bois dur et poli du billard forain, on peut prendre $f = 0,05$. »

THERMOCHIMIE. — *Caractères et rôle des sels doubles formés par fusion;* par MM. **Berthelot** et **Ilosvay**.

« **1.** Voici les résultats généraux qui découlent de nos expériences, relativement à la formation des sels doubles par fusion ignée et à leur rôle dans

les réactions chimiques, telles que doubles décompositions, formation de sels ou d'oxydes cristallisés, etc.

» 2. Un certain nombre de systèmes, formés par l'association ignée de deux sels, présentent une chaleur de dissolution moindre que la somme de celles des composants, la réaction réciproque des deux solutions donnant des effets thermiques négligeables; dès lors, la chaleur de combinaison des deux sels à la température ordinaire F_t est positive; tels sont :

» 1° Les *chlorures doubles de potassium et de magnésium* fondus. Pour MgCl + KCl : $F_t = +1,27$ tout d'abord; puis $+1,63$, après deux mois : la différence des deux valeurs successives est du même caractère et du même ordre de grandeur que celle qui existe entre un sel simple récemment fondu et le même sel conservé quelque temps. Pour 2MgCl + KCl : $+3,11$, puis $+2,94$; nombres qui peuvent être regardés comme identiques, à cause des erreurs que comporte la grandeur décuple des chaleurs de dissolution dont ils sont la différence. Pour 2KCl + MgCl, de même $+2,27$, puis $+2,12$. Ces valeurs numériques montrent qu'il existe au moins deux sels doubles distincts. 2MgCl + KCl répond à un sel cristallisable par voie humide : KCl, 2MgCl, 12HO, sel dont la dissolution à $-13°$: $-2,96$. Or, KCl : $-4,58$; 2(MgCl, 6HO) : $+2,76$. D'où résulte pour la formation du sel double hydraté : $+1,14$; au lieu de $+3,02$ pour le sel anhydre.

» 2° Le *chlorure de calcium et de potassium* fondu, KCl + CaCl, a donné $+1,23$, puis $+1,29$; valeurs qui se confondent et qui indiquent l'existence d'un sel double, sans en définir d'ailleurs autrement les proportions.

» 3° Il en est de même du *chlorobromure de baryum*, BaCl + BaBr, sel qui ne figure pas au tableau de la page 1492. En effet, la dissolution du sel double, récemment fondu, a dégagé $+1,65$ à $18°,3$, et ses composants $+1,08 + 2,09 = +3,17$. D'où résulte la chaleur de combinaison : $+1,52$.

» 4° Le *carbonate double de potassium et de soude* fondu, $CO^3K + CO^3Na$, a fourni la chaleur de combinaison $+1,77$, puis $+1,98$. M. de Marignac a décrit un sel double hydraté, formé dans les mêmes rapports. Par voie sèche, il paraît en exister plusieurs; car $2CO^3K + CO^3Na$ a donné $+2,41$, puis $+2,63$. $CO^3K + 2CO^3Na$ a fourni seulement $+0,80$, puis $+1,20$; ce qui pourrait s'expliquer par le sel formé à équivalents égaux.

» Si l'on accroît la proportion de l'un quelconque des deux carbonates, on observe des circonstances singulières : la chaleur de formation des sels doubles diminue et même change de signe. On y reviendra tout à l'heure.

» 5° Le *sulfate double de potasse et de magnésie*, $SO^4K + SO^4Mg$, fondu, répond à une chaleur de formation $+3,17$, puis $+4,36$; le *sulfate double*

de sodium et de magnesium, fondu, + 1,80, puis + 2,16. Ces deux sels doubles sont faciles à préparer par voie humide, dans l'état d'hydrates.

» Ainsi l'on peut constater l'existence de toute une série de sels doubles : chlorures doubles, chlorobromures, carbonates doubles, sulfates doubles formés par voie sèche, et qui conservent, même à la température ordinaire, une chaleur de combinaison positive. Dès lors ces sels doubles sont stables, et la plupart d'entre eux susceptibles d'être reproduits par voie humide.

» 3. Un grand nombre de systèmes, formés par l'association ignée de deux sels, présentent, au contraire, une chaleur de dissolution plus grande que la somme de celles des composants : avec le temps, l'inégalité va le plus souvent en diminuant, parfois jusqu'à zéro, c'est-à-dire que les systèmes sont instables.

» L'excès thermique ainsi constaté est d'autant plus grand que l'on se rapproche davantage de la température de fusion des systèmes. Certains de ceux-ci dégagent, pendant le refroidissement même, des quantités de chaleur très supérieures à celles qui répondraient à leur chaleur spécifique constatée ultérieurement. On peut citer, par exemple, l'azotate double de soude et de potasse, $AzO^6K + AzO^6Na$, qui dégage vers 76° : + 1^{Cal},30, d'après un calcul fondé sur les données observées par Person. Ces faits rappellent certains alliages métalliques. Mais ils ne peuvent être appréciés rigoureusement, que si l'on ramène les systèmes à un état final strictement défini et toujours identique à lui-même : ce que la dissolution permet d'exécuter pour les sels doubles ; tandis qu'on ne possède aucune garantie de ce genre pour les alliages. La nécessité de définir rigoureusement l'état final dans la mesure des chaleurs de fusion, en général, ne paraît guère avoir été comprise jusqu'ici (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e s., t. XII, p. 564).

» Ces variations répondent à l'état antérieur du système fondu : soit qu'il s'agisse de modifications isomériques spéciales, comme pour le soufre; soit qu'il s'agisse de combinaisons formées par fusion d'une façon normale, c'est-à-dire avec dégagement de chaleur, mais qui deviennent endothermiques pendant le refroidissement (*voir* p. 1489).

» 4. La stabilité des systèmes ainsi formés, après refroidissement, dépend de leur état vitreux et de diverses autres conditions. La durée en est très variable. Par exemple, au bout d'un mois : KCl + KI a repris son état initial; KBr + KI en est devenu très voisin. NaCl + BaCl l'avait repris après deux mois; de même NaCl + CaCl et $2SO^4Na + SO^4Ba$, etc.; tandis que KCl + KBr, après un mois, n'avait pas varié de moitié; KCl + BaCl,

en deux mois, avait varié seulement depuis $-1,5$ jusqu'à $-1,3$; SrCl+CaCl depuis $-1,9$ jusqu'à $-1,7$; SO^4K+SO^4Na n'avait pas changé sensiblement, non plus que $2SO^4K+SO^4Ba$, ou CO^3K+CO^3Ba, etc. La pulvérisation préalable du sel double accélère ces changements. Mais on voit pourtant que les sels doubles formés par fusion peuvent subsister pendant un temps très long, malgré le caractère endothermique qu'ils prennent par le refroidissement.

» 5. Les faits que nous avons observés et résumés dans le Tableau de la page 1492 permettent de préciser davantage ces considérations. Ils montrent d'abord que la chaleur dégagée lorsque le système acquiert son état définitif est beaucoup moindre, en général, pour les sels simples que pour les systèmes formés par la fusion de deux sels mélangés : circonstance qui paraît une conséquence de l'existence, à la température de la fusion, de sels doubles véritables, appartenant aux mêmes types chimiques que les chlorures doubles, chlorobromures, sulfates doubles, carbonates doubles, dont l'existence est définie par leur formation exothermique à la température ordinaire.

» Tels sont les chlorures doubles de potassium et de sodium, ou de baryum, ou de strontium, etc., composés qui deviennent endothermiques par le refroidissement; mais qui sont analogues aux chlorures doubles de potassium et de magnésium ou de calcium, dont la formation demeure exothermique à froid.

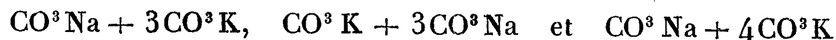
» Tels sont encore les chlorobromure, chloro-iodure, iodobromure de potassium, composés endothermiques à froid; mais analogues au chlorobromure de baryum, dont la formation demeure exothermique à froid. L'existence de ces chlorobromures est encore signalée par l'extrême difficulté avec laquelle le chlore en déplace les dernières traces de brome par la voie sèche, ainsi qu'il sera dit ailleurs.

» Tels sont également les sulfates doubles de potasse et de soude, ou de baryte, ou de strontiane, composés endothermiques à froid, mais analogues aux sulfates doubles de magnésie, dont la formation demeure exothermique à froid. Ces sulfates doubles sont encore attestés, à une haute température, par leur grande fusibilité; même en présence de l'eau froide, ils se manifestent d'une façon transitive, à l'état hydraté et sous forme dissociable, dans certaines précipitations.

» Tel est aussi le carbonate double de potasse et de baryte, sel fusible, endothermique à froid, mais analogue au carbonate double de potasse et de soude, dont la formation demeure exothermique à froid.

» 6. On conçoit que l'association de deux sels simples puisse donner lieu à certaines combinaisons qui demeurent exothermiques à la température ordinaire; tandis que d'autres combinaisons des mêmes sels, en proportion différente, deviennent endothermiques pendant le refroidissement. Tel est précisément le cas des carbonates doubles de potasse et de soude.

» Les systèmes $CO^3K + CO^3Na$, $CO^3K + 2CO^3Na$, $2CO^3K + CO^3Na$, sont exothermiques, dès les premiers moments du refroidissement.



$$CO^3Na + 3CO^3K, \quad CO^3K + 3CO^3Na \quad \text{et} \quad CO^3Na + 4CO^3K$$

le deviennent après quelque temps, mais avec des valeurs bien moindres que les précédents. Enfin $CO^3K + 4CO^3Na$ demeure endothermique au bout de deux mois. Les sels doubles spéciaux qui caractérisent ces derniers systèmes ont donc une propriété différente des premiers, avec lesquels ils coexistent peut-être dans l'état solide, sous forme dissociée. De même les sulfates doubles de potasse et de soude : $SO^4K + SO^4Na$, et $2SO^4K + SO^4Na$ sont endothermiques à froid; tandis que $SO^4K + 2SO^4Na$ devient exothermique après quelque temps.

» 7. C'est ici le lieu de faire remarquer que la formation de certains sels doubles, endothermiques dans l'état anhydre à la température ordinaire, peut devenir exothermique à la faveur de l'eau de cristallisation : le sel double anhydre pouvant se former d'ailleurs avec dégagement de chaleur dans l'état de fusion ignée, ainsi qu'il a été dit.

» 8. Les sels doubles de divers genres qui viennent d'être signalés jouent un rôle important dans une multitude de réactions et de métamorphoses opérées par voie sèche. Nous citerons entre autres les cristallisations du sulfate de baryte et du sulfate de strontiane, au sein de leurs sulfates doubles. De même le carbonate de baryte cristallise, aux dépens des carbonates doubles fusibles qui le renferment. On obtient ainsi de véritables cristallisations par voie sèche, du même ordre que les silicates naturels, reproduits par voie de fusion ignée par M. Fouqué. Les silicates cristallisés résultant de la dévitrification lente [1] des verres (porcelaine de Réaumur); le corindon, les rubis et les silicates cristallisés, obtenus par M. Fremy et Feil, se forment dans des conditions du même ordre. En d'autres termes, on obtient par voie de fusion ignée des sels doubles, dont la dissociation et les décompositions ultérieures reproduisent leurs composants

---

(1) Peligot, *Le verre*, p. 37 (1878).

cristallisés. Cette décomposition s'opère tantôt au moment même de la solidification ; tantôt, et d'une manière plus lente, dans la masse solidifiée, non sans un dégagement de chaleur progressif et caractéristique.

» 9. Voici une application des plus importantes de l'existence de ces sels doubles : c'est leur intervention dans les doubles décompositions opérées par voie sèche, par exemple dans la réaction des carbonates alcalins sur le sulfate de baryte. Ces réactions s'opèrent en général d'une manière telle que le système qui dégage le plus de chaleur se forme de préférence ([1]) ; ainsi que M. Ostwald l'a montré récemment dans un Mémoire rempli de faits intéressants (*Journal für praktische Chemie, Neue Folge*, t. XXV, p. 1), mais sans se rendre un compte exact du rôle des sels doubles. En effet, les réactions de cet ordre ne sont pas totales, comme on le savait depuis longtemps, lorsqu'on opère à équivalents égaux. Pour les accomplir, il convient d'employer un excès de carbonate alcalin ; en un mot, nous avons affaire ici à des équilibres, dépendant des proportions relatives des corps réagissants. Or, il ne saurait en être autrement, du moment où il se forme dans les réactions certains sels doubles, prépondérants au point de vue thermique, mais en partie dissociés et qui servent par là d'intermédiaires. Par exemple, lorsqu'on fait réagir le carbonate de soude sur le sulfate de baryte, la réaction véritable n'a pas lieu uniquement entre quatre sels simples, tels que le carbonate de baryte, le carbonate de soude, le sulfate de baryte et le sulfate de soude. Il se forme en même temps un carbonate double de soude et de baryte, un sulfate double de soude et de baryte. L'état de dissociation des sels doubles amène la formation des sels simples qui en dérivent. Si ces derniers s'éliminent, leur formation peut devenir totale ; s'ils demeurent en présence de leurs composants, leur formation est limitée au degré marqué par la dissociation des sels doubles, degré qui change avec les proportions relatives. Les principes qui règlent cet ordre de réactions par voie sèche sont exactement les mêmes que ceux qui règlent les réactions par voie humide. Dans un cas comme dans l'autre, les équilibres résultent de l'intervention de composés secondaires, qui existent à l'état de

---

([1]) $SO^4Ba + CO^3K$ changé en $SO^4K + CO^3Ba$, dégage .... $+ 4,3$
$SO^4Ba + CO^3Na$ changé en $SO^4Na + CO^3Na$, dégage .... $+ 0,2$

Toutes ces valeurs sont relativement fort petites, et il conviendrait de les calculer à la température même des réactions, pour faire un raisonnement tout à fait rigoureux. Pour pouvoir préciser, il faudrait aussi calculer, à la température même des sels fondus, la chaleur de formation des sels doubles et en connaître le degré de dissociation.

dissociation partielle. On a montré déjà, à bien des reprises, que ces réactions et ces équilibres sont les conséquences normales des principes thermochimiques ([1]). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Remarques sur l'emploi des couples zinc-charbon dans l'électrolyse;* par M. **Berthelot**.

« Un couple zinc-charbon ne peut pas être regardé comme équivalent à un couple zinc-platine, dans le calcul des quantités de chaleur développées par les réactions qui donnent naissance au courant voltaïque. En effet, la chaleur dégagée par l'attaque du zinc et de l'acide n'est pas la seule avec le charbon : le charbon exerce, dans ces conditions, des réactions propres et compliquées. Il absorbe l'hydrogène, l'oxygène, et il intervient tant par le carbone pur que par les matières étrangères mélangées à sa masse. C'est ce que montrent les recherches de M. Edm. Becquerel (*Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 256) sur la force électromotrice de tels couples.

» J'ajouterai que les valeurs thermiques qui expriment les réactions électrolytiques ne sont établies que pour des liqueurs diluées; les effets dus à la séparation d'une trace d'acide et de base, dans les solutions salines saturées, ne pouvant être calculés rigoureusement, à cause des changements de concentration et des réactions secondaires. Les principes du calcul sont les mêmes, mais les données manquent. »

CHIMIE. — *Note sur quelques alliages explosifs du zinc et des métaux du platine;* par **H. Sainte-Claire Deville** et M. **H. Debray**.

« Quelque temps avant la maladie de mon cher et illustre maître Henri Sainte-Claire Deville, nous avons entrepris de revenir sur quelques points de nos anciennes recherches concernant le platine, afin de les compléter. Notre travail, en ce qui concerne la division des osmiures, était presque achevé, lorsque sa maladie et sa mort sont venus l'interrompre; j'ai dû le terminer, et j'en présente aujourd'hui le résultat à l'Académie.

» On sait qu'il est impossible de diviser les osmiures par une action mécanique ; si l'on essaye, par exemple, de les broyer dans un mortier

---

([1]) Voir le présent Volume, p. 380, 764 et 765.

d'acier trempé (comme celui d'Abich), l'osmiure d'iridium pénètre dans la matière sans s'émousser ni se rompre.

» Si on le fond, au contraire, avec vingt-cinq ou trente fois son poids de zinc et que, après avoir maintenu le mélange au rouge naissant pendant quelques heures, on chauffe ensuite davantage pour volatiliser tout le zinc, il reste une masse spongieuse, facile à diviser, et, à cet état, facilement et complètement attaquable par le mélange d'azotate de baryte et de bioxyde de barium, que nous avons employé pour oxyder les deux métaux de l'osmiure et les rendre solubles dans les acides. Comme il est facile d'éliminer la baryte de ses dissolutions, l'analyse de l'osmiure devient alors possible.

» Quel est le rôle du zinc dans cette division? par quel mécanisme s'effectue-t-elle? Ce sont des questions que nous n'avions pas examinées alors, nous contentant pour le moment d'un résultat pratique vainement cherché par Berzélius, qui nous permettait d'aborder plus facilement cette étude des métaux du platine qui nous a occupés durant de longues années.

» I. On projette dans du zinc porté au rouge sombre, et préalablement bien décapé avec du sel ammoniac, de l'osmiure d'iridium. Il se produit un vif dégagement de chaleur. On maintient la masse fondue à cette température pendant cinq ou six heures pour attaquer complètement les gros grains d'osmiure, puis on reprend le culot refroidi par l'acide chlorhydrique étendu. La dissolution du zinc se fait avec une grande violence, et il reste un résidu noirâtre ayant l'apparence du graphite qui contient tous les métaux nobles de l'osmiure. La plus grande partie du fer existant dans cette matière s'est dissoute en même temps que le zinc; par contre, il reste une notable proportion de zinc uni aux métaux de l'osmiure, et que le contact prolongé de l'acide chlorhydrique, même concentré, ne leur enlève pas.

» Ce résidu, bien lavé et desséché à 100°, répand à l'air une légère odeur d'acide osmique. Chauffé vers 300°, il prend subitement feu, presque avec explosion, en répandant des fumées de zinc et d'abondantes vapeurs d'acide osmique. Comme cette déflagration de la matière a eu lieu dans le vide, sans dégagement sensible de gaz, et sans production, bien entendu, d'oxyde de zinc et d'acide osmique, il faut en conclure qu'elle éprouve, vers 300°, un changement d'état, accompagné d'un très grand dégagement de chaleur. Dans l'air, le changement d'état est immédiatement suivi d'une combustion qui augmente encore le dégagement de chaleur.

» Ce résidu ne s'attaque que partiellement par l'acide azotique concentré ou l'eau régale; il s'oxyde avec vivacité et complètement quand on le projette dans un mélange de potasse et d'azotate de potasse fondus; il faut même l'y projeter par petites portions, le mélange étant peu chauffé, pour éviter une déflagration trop vive quand la matière divisée touche la surface du liquide oxydant. Si l'on veut se servir de ce résidu, soit pour l'analyse de l'osmiure, soit pour l'extraction des métaux qu'il contient, il vaut mieux le mélanger avec de la baryte anhydre et du nitrate de baryte; on peut chauffer alors sans craindre de perdre de la matière, qui s'attaque alors totalement et facilement.

» Cette matière est évidemment un mélange complexe de divers alliages que le zinc peut former avec les métaux du platine; nous étions donc amenés à examiner de plus près ces diverses combinaisons.

» II. L'osmium se dissout simplement dans le zinc; quand on reprend le culot de ce métal fondu avec de l'osmium divisé par l'acide chlorhydrique, il reste de l'osmium pur, avec une apparence cristalline.

» Le palladium et le platine, traités de la même manière, laissent pour résidu des alliages qui n'éprouvent aucune modification isomérique quand on les chauffe dans le vide. Au contraire le rhodium, et surtout l'iridium et le ruthénium, comme l'un de nous l'a déjà établi ([1]), se combinent au zinc avec un grand dégagement de chaleur, et, lorsque l'on dissout le culot de zinc dans l'acide chlorhydrique, on obtient des résidus susceptibles d'éprouver une véritable modification isomérique, accompagnée d'un vif dégagement de chaleur, sans perte de gaz, quand on les chauffe dans le vide au-dessus de 300°. Avant le dégagement de chaleur, les résidus noirâtres étaient attaquables plus ou moins facilement par l'eau régale; ils perdent cette propriété après le dégagement de chaleur, et prennent alors l'apparence métallique.

» Le phénomène calorifique qui accompagne le changement d'état du résidu d'iridium est tellement marqué, qu'il peut servir à reconnaître la présence de petites quantités d'iridium dans le platine (1 ou 2 pour 100, par exemple). On dissout dans un grand excès de zinc le métal à essayer, et l'on reprend le culot par l'acide chlorhydrique étendu; le résidu, bien séché, porté au-dessus de 300° dans une capsule de platine, devient incandescent en divers points. Le ruthénium et le rhodium produisent des effets analogues.

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1150.

» III. En résumé, l'osmium est le seul des métaux du platine qui ne retienne pas de zinc quand on traite son alliage à grand excès de zinc par un acide capable de dissoudre ce métal; les autres métaux en retiennent obstinément une proportion notable (en moyenne, 10 à 12 pour 100), et les métaux insolubles dans l'eau régale (rhodium, iridium et ruthénium) restent alors à l'état de produits particuliers, sans éclat métallique, qui semblent être une modification allotropique des véritables alliages à apparence métallique.

» L'action du zinc sur l'osmiure d'iridium se trouve ainsi naturellement expliquée. Si la chaleur dégagée dans la combinaison de l'iridium et du zinc l'emporte de beaucoup sur la chaleur de combinaison de l'osmium et de l'iridium, l'osmiure, conformément aux lois de la Thermochimie, doit être détruit par le zinc; l'osmium se dissout et peut cristalliser dans l'excès de métal; l'iridium et les autres métaux restent unis au zinc. C'est le résidu de l'action de l'acide chlorhydrique sur cet alliage à excès de zinc qui constitue la matière explosible dont il a été question plus haut. En fait, la chaleur qui se dégage dans l'union du zinc avec l'iridium, le ruthénium et le rhodium, qui sont les métaux dominants de l'osmiure, est vraiment énorme; en ajoutant une partie d'iridium, par exemple, dans 30 à 40 pour 100 de zinc fondu au-dessous du rouge, il y a combinaison, accompagnée d'une véritable incandescence de toute la masse métallique; il en est de même pour les deux autres métaux. Si l'on chasse tout le zinc par la chaleur, comme nous le faisions dans nos anciennes expériences, les métaux de l'osmiure très peu fusibles, libres ou alliés, restent dans un état de division extrême, sous lequel ils s'attaquent bien plus facilement que l'osmiure naturel.

» Dans une prochaine Note, nous parlerons de faits observés dans la dissolution des métaux du platine dans le cuivre. »

M. DE LESSEPS présente à l'Académie son Rapport annuel sur la situation générale du canal maritime de Suez et ajoute les remarques suivantes :

« A la suite de ce Rapport se trouve la description d'un immense bateau à vapeur, appartenant à la Compagnie anglaise *Orient Line*.

» Sa longueur est de 474^{pi} ($144^{m},47$) (1), sa largeur de $48^{pi}3^{po}$ ($14^{m},70$) et son creux de 37^{pi} ($11^{m},28$); son déplacement, à la ligne de chargement, est de 9500 tonnes. Il est entièrement construit en acier doux.

» L'intérieur de la coque est divisé en treize cloisons étanches.

(1) Les longueurs sont exprimées en pieds et pouces anglais.

» Le navire est pourvu de quatre mâts, dont les voiles réunies représentent environ 28 000^{pi} (8631^{m},60) de superficie de toile.

» Aux essais sur la Clyde, ce navire, nommé l'*Austral*, sorti des ateliers de MM. John Elder, a marché pendant six heures à une vitesse de 17 milles à l'heure.

» Il est d'habitude d'allouer 2^{liv} de charbon par heure et par cheval; la consommation n'a été que de 1^{liv},3. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section d'Économie rurale, la place devenue vacante par suite du décès de M. *Decaisne*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Schlœsing	obtient	32	suffrages.
M. Dehérain	»	14	»
M. Prillieux	»	3	»
M. Lavallée	»	1	»

M. Schlœsing, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Programme des travaux astronomiques à effectuer par l'expédition scientifique envoyée au pôle sud;* par M. Lœwy, délégué par le Bureau des Longitudes.

« Les travaux astronomiques à effectuer peuvent être classés en deux catégories :

» 1° Les observations que l'on peut appeler accidentelles;

» 2° Les observations régulières, c'est-à-dire les études à faire d'une manière suivie pendant tout le temps que l'expédition séjournera dans la région du cap Horn.

» La présente année ne donne lieu qu'à une observation de la première catégorie, celle du passage de Vénus.

» La solution du grand problème qui se rattache à l'étude de ce phénomène exige qu'il soit observé dans le plus grand nombre de stations possibles, dans celles surtout auxquelles leur position géographique prête une importance particulière; le cap Horn, abstraction faite du climat, se trouve dans ce cas.

» La mission rendrait un service sérieux à la science astronomique, si elle pouvait apporter un élément à cette solution.

» La seconde catégorie renferme plusieurs travaux d'une nature différente :

» 1° La détermination de l'heure, et celle de la longitude et de la latitude du lieu où se trouveront établis les observateurs; la connaissance de ces éléments est, en effet, essentielle pour le but que doit remplir l'expédition;

» 2° La détermination des points radiants du ciel austral.

» Les points radiants indiquent dans l'espace le centre d'une petite région d'où paraissent se répandre périodiquement, chaque année, sur la voûte céleste, des essaims de météores.

» Dans chaque nuit de l'année, on peut évaluer à peu près à six ou sept le nombre de points radiants qui apparaissent dans les diverses constellations du ciel; mais, pour la plus grande partie de ces lieux, on ne possède que des indications très vagues sur la position.

» L'observation de ce phénomène offre à plusieurs égards un haut intérêt scientifique, surtout depuis l'époque où les travaux de plusieurs astronomes célèbres ont permis de constater d'une manière indubitable que certains essaims d'étoiles et certaines comètes effectuent leur mouvement autour du Soleil sur une même trajectoire.

» Tandis qu'en Europe et dans l'Amérique du Nord on poursuit l'étude des étoiles filantes avec une très grande activité, on n'a jamais rien entrepris dans cet ordre d'idées dans l'hémisphère austral; les efforts tentés dans cette partie du monde fourniraient donc des renseignements nouveaux et précieux sur ces corps célestes, dont l'origine, la composition et les mouvements sont restés si longtemps énigmatiques pour nous. Il y a là à récolter des séries d'observations nouvelles qui auront toutes une valeur particulière, puisque tout ce qui se passe à ce sujet dans l'hémisphère austral a échappé à nos investigations jusqu'à ce jour.

» 3° La recherche des comètes se rattache naturellement à l'étude des étoiles filantes, qui ne sont très probablement que des débris cométaires, comme semble le prouver encore la coïncidence de l'apparition de ces corps célestes et des chutes de météores. Ces deux études sont donc en

connexion directe, et, entreprises simultanément, elles fourniraient des éléments complets pour la solution de la question.

» Cette dernière recherche est, comme la précédente, absolument délaissée sous l'hémisphère austral, où les savants n'observent même pas toutes les comètes visibles à l'œil nu ; nous étudions ces astres lorsque leur mouvement les amène dans notre hémisphère, mais beaucoup d'entre eux, par le caractère de leur orbite, demeurent invisibles pour nous, et par conséquent apparaissent et disparaissent sans laisser aucune trace de leur passage.

» Si donc un observateur voulait, pendant l'expédition, entreprendre à ce point de vue l'exploration systématique du ciel, ses recherches seraient

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus au cap Horn ;* par M. **Mouchez.**

« La Commission de l'Académie chargée de préparer l'observation du passage de Vénus en 1882 ayant décidé que toutes les Missions françaises observeraient, comme en 1874, le phénomène entier du passage, dut chercher l'emplacement des huit stations aux deux extrémités de la zone de la surface du globe où les deux phases de l'entrée et de la sortie de la planète seront observables dans les meilleures conditions possibles. Cette zone, à peu près comprise entre les méridiens de 60° et 80° ouest, est limitée au nord par les États-Unis, et s'étend au sud jusqu'aux terres du pôle austral. Les quatre stations nord furent donc réparties sur la côte de

pérer plus de 10 ou 15 pour 100 de chances favorables de beau temps dans le mois de décembre.

» Il fallut donc remonter encore plus au nord, et fixer définitivement à l'entrée de la rivière Santa Cruz de Patagonie, par 50° de latitude, la station française la plus australe.

» Mais cette décision d'abandonner le cap Horn n'en était pas moins extrêmement regrettable, car elle faisait perdre une minute et demie sur la durée de la différence des passages, déjà très faible entre les deux stations françaises les plus éloignées de la Floride et de la Patagonie. Elle n'est en effet que de quinze minutes, tandis qu'en 1874 cette différence, entre Saint-Paul et Pékin, était de vingt-deux minutes.

» Il y aurait donc un très grand intérêt à profiter de l'heureuse circonstance de la présence d'une autre Mission scientifique, établie pendant un an au cap Horn pour l'étude de la Physique du globe, en donnant au personnel qui la compose la possibilité de faire l'observation du passage de Vénus, si le temps est favorable le 6 décembre. Car s'il n'était guère possible d'exposer à un échec très probable une de nos Missions principales, complètement organisées, on peut encore moins s'exposer à manquer une très importante observation pour l'unique motif d'économiser le prix de quelques instruments.

» La Commission du passage de Vénus a donc été unanime à déclarer qu'il était indispensable de pourvoir la Mission scientifique du cap Horn des instruments nécessaires à l'observation du passage de Vénus. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

ZOOLOGIE. — *Instructions destinées aux naturalistes de la mission du cap Horn pour la recherche des animaux sur la Terre de Feu et les îles adiacentes;* par M. E. Blanchard.

« Une exploration zoologique vraiment satisfaisante de la Terre de Feu et des îles adjacentes fournirait des résultats du plus haut intérêt. La connaissance assez complète du monde animal répandu sur ces terres serait d'une importance si capitale, qu'on en ferait grand honneur à ceux qui l'auraient procurée. En présence des êtres qui peuplent l'archipel placé au sud du continent américain, on entrerait en effet dans une voie de comparaisons des plus instructives. On pourrait apprécier les différences que présente

cette faune avec les autres faunes australes, saisir de remarquables rapports avec les formes caractéristiques des contrées boréales, déterminer avec exactitude les relations des animaux de cette région avec ceux qui habitent les parties occidentale et australe de l'Amérique du Sud. Enfin, on aurait les éléments qui permettraient de décider si la Terre de Feu et les îles voisines ont surgi dans l'isolement où elles se montrent à l'époque actuelle ou si, dans un temps plus ou moins ancien, elles dépendaient du continent américain.

» Il importe au plus haut degré de rechercher les petits Mammifères qui peuvent exister sur les îles. Ces animaux étant incapables de franchir des bras de mer, on tire de leur présence des déductions très assurées relativement aux questions de Géographie physique. Il convient de ne pas négliger de recueillir les Mammifères issus de nos espèces européennes, tels que Lapins introduits par les navigateurs, Rats et Souris échappés des navires. On aurait ainsi la possibilité de constater si ces animaux, en se propageant dans des conditions nouvelles de séjour et de climat, ont subi dans leurs caractères quelques changements notables.

» Les Oiseaux terrestres [1] appellent une sérieuse attention. Ces créatures ne sont pas nombreuses en espèces, soit à la Terre de Feu, soit à la Terre des États, soit sur les terres voisines, mais il est bien essentiel de reconnaître l'existence des espèces qui se rencontrent sur les différentes îles et de s'assurer autant que possible si l'Oiseau est sédentaire ou si, aux approches de l'hiver, il quitte l'endroit où il a bâti son nid et se porte sur le continent. On devra donc, de chaque île, rapporter des échantillons de tous les Oiseaux qui s'y trouvent, sans oublier les nids.

» Les Reptiles, certainement peu multipliés et sans doute de proportions médiocres ou minimes, Lézards et Serpents, méritent d'être recueillis. On ignore s'il existe des Batraciens en ces parages.

» On ne manquera pas de fouiller avec des filets ou des nasses toutes les eaux douces : eaux courantes et eaux dormantes. En ce moment, des naturalistes attacheraient un grand prix à la connaissance des Poissons qui vivent dans les eaux douces des îles australes américaines. En poursuivant la recherche des Poissons, il sera facile de prendre les Mollusques, les Crustacés, les Insectes, les Vers qui souvent pullulent dans les eaux stagnantes.

---

[1] Ce qualificatif employé par opposition avec celui d'Oiseaux de mer.

» Les Mollusques terrestres : Escargots, Limaces, etc., à raison de leurs faibles moyens de locomotion, demeurant parfois cantonnés sur des espaces peu étendus, appellent l'intérêt des explorateurs.

» Enfin les Insectes, partout infiniment plus nombreux que les animaux de tous les autres groupes, vivant dans les conditions les plus diverses et, de ce fait, fournissant les indications les plus précieuses relativement aux rapports des terres entre elles, réclament des recherches suivies et tout à fait attentives.

» Sous les climats froids et humides, il y a peu d'espèces qui attirent les regards par de fortes proportions ou par de vives couleurs; les espèces ternes ou de petite taille ne sont pas moins importantes à recueillir que les plus grosses ou les plus belles. Beaucoup d'Insectes se cachent; pour les découvrir, il est nécessaire de passer un filet de toile sur les herbes et les plantes basses, de secouer les arbres et les arbrisseaux, d'arracher les mousses, de détacher les écorces sur les vieux troncs, de fouiller les bois pourris avec un instrument de fer, de remuer les matières stercoraires, d'inspecter les cadavres d'animaux gisant sur le sol, ainsi que les débris organiques abandonnés par la mer sur les grèves, de soulever les pierres où se blottissent en général les espèces carnassières, de chercher même dans le sable au voisinage de la mer, où se dissimulent souvent des espèces d'un genre de vie particulier. On s'empare des Insectes qui volent au moyen de filets légers ou de pinces garnies de tulle.

» Pour tous les animaux, il est désirable d'avoir de chaque espèce un certain nombre d'individus; pour les êtres de petite taille, comme les Insectes, faciles à conserver dans des boîtes qui prennent peu de place ou même dans des flacons remplis d'alcool, on ne saurait trop recommander de prendre autant que possible de notables quantités d'individus de chaque espèce. Dans tous les cas, il est important de ne pas confondre les récoltes faites en divers lieux et de noter scrupuleusement les provenances.

» Avec l'exploration des terres magellaniques, si l'expédition du cap Horn pouvait entreprendre quelques recherches aux îles Falkland, elle accroîtrait dans une proportion considérable les services que la Science attend d'elle. »

Les instructions contenues dans le Rapport sont mises aux voix et adoptées.

BOTANIQUE. — *Instructions pour la Mission au cap Horn;* par M. **Duchartre.**

« Les conditions que les contrées magellaniques offrent aux végétaux, surtout dans le voisinage du cap Horn, sont assez défavorables pour rendre compte de la pauvreté de leur flore terrestre. Sur leurs côtes, sans cesse battues par des vents violents, la ceinture forestière de Hêtres antarctiques (*Fagus antarctica, F. betuloides,* etc.) et de *Drimys*, qui occupe le littoral, à l'extrémité méridionale du continent américain, se réduit à l'état d'arbres rabougris et tortus, ou même est remplacée par de simples buissons, et plus à l'intérieur existe une végétation plus humble encore et peu variée, dont le caractère devient alpin à une faible altitude, et dans laquelle dominent les Glumacées, ainsi que les Composées. Dans de pareilles conditions, la seule demande qu'on puisse adresser à un explorateur consiste à le prier de récolter tout ce qui se présentera à lui, sans être en droit d'espérer qu'il forme, même en y mettant tous ses soins, des collections bien nombreuses; toutefois, quelles qu'elles soient, les collections qu'il formera serviront à déterminer, plus précisément encore qu'on n'a pu le faire jusqu'à ce jour, les caractères de la flore antarctique, et ses rapports avec celle des hautes montagnes plus éloignées des pôles comme avec celle de la région arctique.

» Par compensation avec la pauvreté de la végétation terrestre, la flore marine antarctique est remarquable par sa richesse et surtout par le développement considérable de la plupart des Algues qui la composent. Il y aurait donc grand intérêt à ce que, si les circonstances le leur permettaient, les membres de la Mission au cap Horn donnassent une attention particulière à la recherche des Algues marines, qui leur fourniraient certainement les éléments de collections importantes. Il serait peu utile de préciser davantage les instructions qui doivent leur être données. »

Ces instructions sont mises aux voix et adoptées.

GÉOLOGIE. — *Instructions géologiques destinées aux membres de l'expédition du cap Horn;* par MM. **Daubrée** et **Des Cloizeaux.**

« D'après Darwin (*Geological observations,* etc.) et d'après King (*Voyages of the* Adventure *and* Beagle, 1839), la Terre de Feu et le détroit de Magellan présentent des phyllades (*clayslate*) traversés par des dykes de

roches éruptives (*greenstone*). De plus, en Patagonie, comme dans toute cette région du littoral de l'Amérique du Sud, il existe des formations tertiaires avec basaltes, et des plages soulevées.

» D'après ces rares données, l'une des principales recommandations serait de tâcher de trouver des débris fossiles dans ces roches anciennes ou dans d'autres qui leur sont associées. Même recommandation si l'on rencontre des couches de lignite, qui ont été signalées dans cette région.

» En outre, il y aurait intérêt, si l'on en a la possibilité, à recueillir des observations précises, relatives aux plages soulevées qui dateraient de l'époque actuelle.

» Il serait également intéressant de rechercher s'il n'existe pas des météorites pierreuses ou des masses de fer natif. »

Les instructions sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Programme des observations météorologiques et magnétiques à effectuer dans l'expédition du cap Horn.* Note de M. A. Angot.

I. — Observations météorologiques.

« 1. *Installation et contrôle des instruments.* — Le baromètre à mercure employé pour les observations quotidiennes sera le baromètre à large cuvette et échelle compensée. Cet instrument sera placé dans une des chambres de la maison d'habitation où il n'y ait pas de poêle, de façon à éviter tout échauffement brusque et irrégulier.

» Les thermomètres sec et mouillé, à maxima et à minima, et l'hygromètre à cheveu seront suspendus sous l'abri, conformément aux instructions publiées par le Bureau météorologique. Quand le thermomètre mouillé descendra à 0° ou au-dessous, on pourra en discontinuer l'observation et se borner à celle de l'hygromètre à cheveu, que l'on contrôlera de temps en temps par l'hygromètre condenseur. L'abri sera élevé dans un endroit bien découvert, et autant que possible à l'ouest des maisons d'habitation, de manière à se trouver, par rapport à celles-ci, dans la direction d'où viennent les vents dominants.

» La caisse, qui sert à la fois à emballer et à disposer sur place le pluviomètre décuplateur, sera fixée non loin de l'abri, contre un poteau, à

une hauteur telle que l'entonnoir du pluviomètre soit à environ $1^m,80$ du sol. Si la température extérieure descend au-dessous de zéro, on aura soin d'entretenir dans la boîte du pluviomètre une petite lanterne ou une veilleuse, pour éviter la congélation de l'eau dans l'instrument et assurer la fusion de la neige qui pourrait être recueillie.

» La girouette sera placée sur le toit de la maison d'habitation ou d'un des hangars, dans une position convenable pour que l'on ait aisément accès au cylindre de l'appareil enregistreur, disposé en dessous même du toit.

» L'anémomètre sera fixé soit sur un toit, soit mieux sur un mât isolé; la transmission électrique de ses indications se fera sur un cadran placé, en même temps que les piles, dans une des pièces de la maison d'habitation, par exemple, à côté du baromètre.

» L'abri, le pluviomètre, la girouette, etc., seront solidement amarrés par des haubans, pour pouvoir résister aux coups de vent.

» Enfin les deux thermomètres pour la température du sol seront installés à une petite distance de l'abri.

» On aura soin de dresser un plan donnant l'emplacement des instruments et des cabanes, et d'y annexer une description très détaillée de toutes les installations.

» 2. *Vérification des instruments.* — La vérification des instruments sera faite de la manière suivante :

» Toutes les semaines, ou au moins tous les quinze jours, on fera simultanément des observations sur le baromètre Fortin et le baromètre à large cuvette.

» Une fois ou deux pendant la durée de l'expédition, s'il tombe une quantité de neige suffisante, on en profitera pour vérifier le zéro de tous les thermomètres.

» Pour cela, on ramassera de la neige bien propre dans un entonnoir, qu'on laissera ouvert à la partie inférieure; l'entonnoir étant porté dans une pièce assez chaude pour que la fusion de la neige soit bien nette, on y plongera les thermomètres jusqu'à ce que les colonnes s'arrêtent à un point fixe que l'on notera.

» De temps en temps, par un ciel alternativement clair ou couvert, on notera simultanément les indications du thermomètre de l'abri et d'un thermomètre fronde, et l'on effectuera de même des déterminations simultanées de l'humidité par le psychromètre et l'hygromètre condenseur.

» Les résultats de toutes ces comparaisons seront inscrits sur un registre spécial; mais on n'en tiendra pas compte sur place, et l'on devra, pendant

toute la durée du voyage, conserver les corrections qui auront été déterminées avant le départ au Bureau central.

» Les vérifications des thermomètres porteront sur tous les instruments, y compris ceux de réserve. Si, par suite d'un accident, un instrument était mis hors d'usage et remplacé par un autre, on aurait soin de l'indiquer expressément dans le Journal des observations.

» 3. *Nombre et heure des observations.* — Le programme des observations polaires, arrêté à la Conférence internationale de Saint-Pétersbourg, indique, pour la météorologie et le magnétisme terrestre, des observations horaires.

» Mais, considérant que l'expédition française sera munie d'une série complète d'enregistreurs et même, pour certains instruments, de deux séries, il semble inutile d'astreindre la Mission à l'obligation de faire des observations directes d'heure en heure. On pourra se contenter de six observations par jour, faites à intervalles réguliers de quatre heures. Toutefois ce nombre ne doit être considéré que comme un minimum strictement obligatoire. Si le fonctionnement des enregistreurs laissait à désirer, il serait indispensable d'observer au moins toutes les deux heures, sinon même toutes les heures. Il sera bon, du reste, toutes les fois qu'une perturbation extraordinaire s'annoncera, de multiplier beaucoup les observations directes, faites alors à des intervalles quelconques, pour bien contrôler la marche des enregistreurs, et déterminer avec précision les époques des maxima et des minima.

» Quant aux heures mêmes des observations, la Commission internationale n'a rien décidé. Mais il convient de remarquer que les États-Unis d'Amérique ont organisé, sur la surface entière du globe, un système d'observations simultanées qui sont faites chaque jour à midi 18^m et 8^h18^m du soir, temps moyen de Paris. A la longitude de l'île Hermite (4^h40^mW de Paris), ces époques correspondent respectivement à 7^h38^m du matin et 3^h38^m du soir, temps local, qui diffèrent de 22^m seulement de 8^h du matin et de 4^h du soir. Étant donnée la distance au cap Horn des autres stations où des observations pourront être faites, cette différence est de peu d'importance. Il y a, d'autre part, surtout au point de vue du dépouillement des enregistreurs, grand avantage à ce que les observations soient faites à une heure juste. Il conviendra donc d'adopter, pour époque des observations directes, les heures suivantes : 4^h matin, 8^h m. midi, 4^h soir, 8^h s., et minuit. L'observation de minuit sera, comme d'ordinaire, portée à la date du jour qui finit.

» 4. *Ordre et transcription des observations.* — Les observations seront faites dans l'ordre suivant :

» 1° Lecture du compteur de l'anémomètre;

» 2° Baromètre et thermomètre attaché;

» 3° Direction et force du vent (estime);

» 4° État du ciel (estime);

» 5° Thermomètre sec; thermomètre mouillé;

» 6° Hygromètre à cheveu;

» 7° Thermomètres à maxima et à minima;

» 8° Pluviomètre;

» 9° Thermomètres du sol.

» Après chaque observation, on s'assurera que le mouillage du psychromètre s'effectue régulièrement et l'on remettra en place les index des thermomètres à maxima et à minima pour l'observation suivante.

» Toutes ces observations seront faites conformément aux Instructions publiées par le Bureau central météorologique et avec les approximations suivantes :

» Baromètre, $0^{mm},05$; thermomètres, $0^{o},1$; pluviomètre, $0^{mm},1$ (1^{mm} de l'échelle décuplatrice).

» Les nombres provenant de ces diverses observations seront inscrits immédiatement dans l'ordre, au crayon, sur un carnet, et sans subir aucune correction, de manière qu'ils représentent toujours les lectures brutes relevées sur les instruments; à chaque série sera mentionné le nom de l'observateur.

» Une fois la série des observations terminée, on inscrira à l'encre, en dessous de chaque lecture, les corrections qu'elle comporte, mais sans jamais surcharger les chiffres originaux. Les nombres corrigés, représentant la vraie valeur des éléments météorologiques au moment de l'observation, seront transcrits sur le registre définitif.

» Ce registre sera disposé de la manière suivante :

» Une page sera consacrée chaque mois à chacun des éléments : les lectures correspondant au même jour seront inscrites sur une ligne horizontale, de façon que les observations faites tous les jours à la même heure se trouvent disposées en colonnes verticales. Voici un exemple de la disposition adoptée.

Mois d   *Baromètre* (*réduit à* 0°).

JOURS.	4 h. M.	8 h. M.	MIDI.	4 h. S.	8 h. S.	MINUIT.	MOYENNE.
1							
2							
....							
....							
....							
30							
31							
Sommes............							
Moyennes.							

» Chaque jour on inscrira dans la dernière colonne de droite, intitulée *moyenne*, la moyenne des six observations de la journée. A la fin du mois, on calculera les totaux et moyennes des colonnes verticales; comme vérification, la moyenne de toutes les moyennes diurnes devra être identique à la moyenne des six moyennes horaires mensuelles.

» On consacrera sur le registre une page à chacun des éléments suivants :

» 1° Baromètre.

» 2° Thermomètre sec.

» En plus des sept colonnes ordinaires on ajoutera deux colonnes, l'une pour le maximum absolu, l'autre pour le minimum absolu. Comme les thermomètres à maxima et à minima auront été lus six fois par jour, on choisira dans ces lectures les nombres extrêmes, que l'on inscrira seuls.

» 3° Tension de la vapeur (calculée au moyen des thermomètres sec et mouillé).

» 4° et 5° Humidité relative (2 tableaux, l'un pour le psychromètre, l'autre pour l'hygromètre à cheveu).

» 6° État du ciel (nébulosité) et indication des formes des nuages.

» 7° Vent: direction et force estimée (il n'y a de moyennes à faire que pour la force du vent).

» 8° Vitesse du vent d'après l'anémomètre. Cette vitesse sera exprimée en kilomètres par heure; on l'obtiendra en faisant la différence des nombres de kilomètres marqués sur le compteur à une observation et à l'observation précédente, et en divisant cette différence par 4, intervalle en heures des deux observations. On aura ainsi la vitesse moyenne pen-

dant les quatre heures qui précèdent l'heure portée en tête de la colonne où l'observation est inscrite.

» Pendant les coups de vent, il sera intéressant de noter à part, à intervalles très rapprochés, les indications successives du compteur, pour avoir une évaluation de la vitesse absolue du vent à un instant donné.

» 9° Pluie.

» Dans le Tableau de la pluie on inscrira, dans chaque colonne, la *différence* entre le nombre relevé sur l'échelle du pluviomètre décuplateur au moment de l'observation et celui de l'observation précédente, sans diviser cette différence par 4, de manière que le nombre inscrit représente la *hauteur totale* de l'eau recueillie; ce nombre devra être zéro s'il n'est pas tombé de pluie dans l'intervalle des observations.

» 10° Température du sol.

» Une ou deux pages supplémentaires seront consacrées chaque mois aux remarques et à l'inscription des éléments qui seront observés un moins grand nombre de fois par jour, par exemple la température de la mer, qui sera notée seulement le matin (8^h) et le soir (4^h).

» Dans les moyennes mensuelles, on devra pousser les calculs jusqu'aux approximations suivantes :

Baromètre et tension de vapeur.............	$0^{mm},01$
Thermomètres (de toute nature)..............	$0^{\circ},01$
Humidité relative.........................	0,1
Nébulosité et force du vent estimées.........	0,1
....	

soit en général un chiffre décimal de plus que dans le nombre observé directement.

» Pour la pluie, on se contentera de faire les totaux, et non les moyennes, des quantités de pluie relevées chaque jour et pendant le mois entier.

» 5. *Instruments enregistreurs.* — Le baromètre enregistreur sera placé dans la maison d'habitation; le thermomètre et l'hygromètre sous l'abri.

» On aura soin de régler une fois pour toutes le baromètre, de manière que ses indications soient de 20^{mm} environ plus hautes que celles du baromètre à mercure, qu'il marque, par exemple, 770 quand le baromètre à mercure sera à 750; de cette manière, l'instrument pourra descendre jusqu'à 695^{mm} et on ne sera pas exposé à voir la courbe interrompue, si, comme cela est possible, il se produisait une baisse jusque vers 710^{mm} ou 700^{mm}.

» Le dépouillement des enregistreurs se fera de la manière suivante :

» On commencera par relever sur un brouillon les indications de l'enregistreur d'heure en heure, à $0^{mm},1$ près pour le baromètre (à l'estime) et $0^{\circ},1$ pour le thermomètre et l'hygromètre, et on mettra en colonnes verticales les nombres correspondant chaque jour à la même heure, comme il a été dit pour les observations directes. Puis on comparera les colonnes de 4^h, 8^h, midi, 4^h s., 8^h s. et minuit, avec celles des observations directes, ce qui donnera la correction à faire subir aux enregistreurs.

» Pour les heures intermédiaires, on tiendra compte de ces corrections et des variations qu'elles présentent avec le temps, et ce sont seulement les nombres définitifs, ainsi corrigés, que l'on portera dans le tableau de dépouillement des enregistreurs.

» Il y aura par mois trois de ces tableaux, un pour le baromètre, un pour le thermomètre, le dernier pour l'hygromètre.

II. — Magnétisme. — Électricité atmosphérique. — Observations diverses.

» 6. *Nombre et heure des observations.* — Les instruments magnétiques, à lecture directe et enregistreurs, seront disposés, conformément aux indications contenues dans les *Conférences* autographiées publiées par M. Mascart, dans la cabane magnétique, édifiée à 50^m au moins des autres bâtiments.

» La Commission internationale a prescrit des observations horaires; mais, si le fonctionnement des enregistreurs est satisfaisant, on pourra se contenter, comme pour la Météorologie, au minimum de six observations par jour, espacées de quatre en quatre heures.

» Si les enregistreurs ne fonctionnaient pas, il faudrait revenir à la série horaire.

» L'heure d'origine a été laissée indéterminée par la Commission internationale; mais presque toutes les Missions ont convenu de prendre le temps de Gœttingue ($0^h 30^m 24^s$ E. de Paris). La différence de longitude entre la station et Gœttingue étant d'environ $5^h 10^m$, les lectures directes des trois éléments du magnétisme terrestre pourront être effectuées, par exemple, à minuit 50^m, $4^h 50^m$, $8^h 50^m$, etc., qui correspondent respectivement à 6^h, 10^h et 2^h de Gœttingue; ces époques offrent l'avantage d'être peu distantes de celles des observations météorologiques. L'observation de minuit 50^m ($0^h 50^m$) sera portée à la date du jour qui commence.

» En dehors de ces observations régulières, la Commission internationale a formulé les prescriptions suivantes.

« 1° Aux jours termes (1er et 15 de chaque mois, sauf en janvier, où le 2 est choisi en place du 1er), les lectures ont lieu au temps moyen de Gœttingue de cinq en cinq minutes, chaque fois à la minute pleine, et l'on doit lire les trois éléments aussi rapidement que possible dans l'ordre suivant :

» Intensité horizontale, déclinaison, intensité verticale.

» 2° Aux jours termes on fera en outre, au moins pour la *déclinaison*, pendant une heure déterminée, des observations répétées toutes les vingt secondes. Cette heure d'observations plus particulières est indiquée pour les divers jours dans le tableau suivant :

		Heure civile de Gœttingue.
1882.	1 septembre..........	2^h — 3^h soir
»	15 »	3 — 4 »
»	1 octobre...........	4 — 5 »
»	15 »	5 — 6 »
»	1 novembre..........	6 — 7 »
»	15 »	7 — 8 »
»	1 décembre..........	8 — 9 »
»	15 »	9 — 10 »
1883.	2 janvier............	10 — 11 »
»	15 »	11 — minuit
»	1 février............	Minuit — 1^h matin
»	15 »	1^h — 2 »
»	1 mars..............	2 — 3 »
»	15 »	3 — 4 »
»	1 avril..............	4 — 5 »
»	15 »	5 — 6 »
»	1 mai...............	6 — 7 »
»	15 »	7 — 8 »
»	1 juin..............	8 — 9 »
»	15 »	9 — 10 »
»	1 juillet............	10 — 11 »
»	15 »	11 — midi
»	1 août..............	midi — 1^h soir
»	15 »	1^h — 2 »

» Les observations comprises sous le n° **2** (mesure de la déclinaison toutes les vingt secondes pendant une heure) devront être considérées comme obligatoires; les observations comprises sous le n° **1** pourront être au contraire négligées, s'il paraît difficile de les accomplir, mais sous la condition expresse que la marche des enregistreurs soit parfaitement satisfaisante.

» La détermination de la sensibilité, tant pour les instruments à lecture directe que pour les enregistreurs, sera faite au moyen d'un aimant auxi-

liaire, approché à une distance constante de chaque instrument, comme il est expliqué dans les *Conférences* publiées par M. Mascart. Cette détermination sera faite à jour fixe, une fois toutes les deux semaines.

» 7. *Dépouillement des observations.* — Les observations, faites six fois par jour sur les instruments à lecture directe, seront consignées sur un registre en tableaux mensuels analogues à ceux qui ont été indiqués pour les observations météorologiques. Il sera bon de n'inscrire dans ces tableaux que les chiffres provenant des lectures mêmes, et non les lectures corrigées et réduites en unités absolues. En effet, la position du zéro et la valeur angulaire des divisions peut varier un peu avec le temps, et l'on obtiendra plus exactement la valeur des réductions, au retour de l'expédition, par la discussion de toutes les déterminations absolues.

» Le dépouillement des enregistreurs sera fait heure par heure, comme pour les enregistreurs météorologiques. On inscrira seulement dans les Tableaux de dépouillement la distance, en millimètres et fractions, de chaque courbe à la ligne droite de repère correspondante. La transformation de ces longueurs en unités absolues sera faite au retour, comme pour les observations directes.

» 8. *Observations absolues.* — Des déterminations absolues de la déclinaison, de l'inclinaison et de l'intensité horizontale seront faites autant que possible à jour fixe, par exemple au moins toutes les deux semaines. Les résultats de ces observations seront consignés sur un registre spécial.

» Il est nécessaire qu'on fasse quelques observations absolues à une certaine distance de l'observatoire, pour constater l'existence possible d'influences locales.

» 9. *Electricité atmosphérique.* — Pour l'installation et le réglage de l'instrument, on suivra les indications contenues dans les *Conférences* publiées par M. Mascart et dans la Notice jointe à l'instrument.

» Le dépouillement des feuilles sera effectué, heure par heure, sur le temps local du lieu. On relèvera, en millimètres et fractions, la distance de la courbe à la ligne droite de repère; puis on divisera ce nombre par la valeur en millimètres du potentiel qui correspond à 1 élément Daniell, valeur qui sera déterminée par expérience toutes les deux semaines. Dans le Tableau définitif, on portera donc les valeurs du potentiel exprimées en éléments Daniell.

» L'acide sulfurique contenu dans les différentes parties de l'appareil, électromètre, supports isolants, etc., sera renouvelé tous les mois.

» 10. *Phénomènes lumineux. Aurores australes.* — On suivra avec la plus

grande attention toutes les aurores australes qui pourront être observées et dont on a déjà des exemples relativement assez nombreux dans les parages du cap Horn.

» Si l'aurore est assez lumineuse, on tentera de la photographier sur plaques au gélatino-bromure, en enlevant les diaphragmes de l'objectif photographique, de manière à profiter du maximum de lumière.

» On prendra également des croquis de l'aurore, et on cherchera à en décrire le plus complètement possible les aspects (en forme de nuages ou de fumée, d'arcs, de rayons, de couronnes, de draperies, etc.), et les phases, dont on notera exactement l'heure.

» S'il se présente des aurores en forme d'arc, on mesurera avant tout l'azimut des deux pieds de l'arc sur l'horizon, ainsi que l'azimut et la hauteur du sommet, en prenant de préférence le bord inférieur qui est d'ordinaire le plus net. Si l'arc persiste pendant un temps suffisant, on déterminera de même l'azimut et la hauteur de différents points du bord inférieur, ainsi que la largeur de l'arc en plusieurs endroits.

» Dans certains cas, il sera commode et expéditif de déterminer la position de l'aurore, en la comparant aux étoiles qui seront visibles en même temps sur le ciel.

» L'intensité de la lueur aurorale sera évaluée de deux façons : en notant la grandeur des étoiles qui restent visibles à travers l'aurore, et en cherchant quels sont les caractères d'imprimerie les plus fins que la clarté de l'aurore permet de lire.

» La lumière des différentes parties de l'aurore sera également étudiée au spectroscope. On notera avec soin la position des lignes brillantes, ainsi que leur éclat relatif.

» Si l'aurore se présente sous une forme assez bien définie, par exemple sous forme d'arc à bord inférieur net, il sera très intéressant de tenter une mesure de parallaxe. Pour cela deux observateurs, placés s'il est possible dans le méridien magnétique ou à défaut dans une autre direction et à une distance de 2^{km} ou 3^{km}, noteront au même instant, indiqué par exemple par un signal de feu, la hauteur du bord inférieur de l'aurore *dans le plan vertical des deux observateurs*. La distance des deux observateurs devra être ensuite mesurée au moins à $\frac{1}{100}$ près de sa valeur.

» Pendant les aurores polaires, on suivra avec le plus grand soin la marche des instruments magnétiques ; on cherchera, par exemple, si des mouvements brusques de l'aiguille de déclinaison ne coïncident pas avec l'apparition ou la disparition de rayons de l'aurore.

» On observera enfin tous les autres phénomènes lumineux qui se présenteront, lumière zodicale (?), hauteur de la courbe crépusculaire, halos (mesure de leur rayon au sextant), parhélies, etc. »

M. J. Henriet soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les tremblements de terre à Chio du 3 avril 1881 au 10 avril 1882 ».

(Commissaires : MM. Daubrée, des Cloizeaux, Hébert.)

M. Galernez rappelle à l'Académie que ses travaux sur la navigation aérienne ont été renvoyés à l'examen de la Commission des aérostats, et que la Commission ne lui a pas fait connaître sa décision.

M. le Président invite la Commission à hâter son Rapport.

M. A. Roche soumet au jugement de l'Académie un procédé de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. E. Merle adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. C. Falkenberg adresse à l'Académie une Note intitulée : Machines à vapeur, distribution par tiroirs. Des machines à changement de marche et des distributions à deux tiroirs superposés ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Alloury*, portant pour titre : « Comment s'est fait le canal de Suez » ;

2° Le « Règlement général des expériences électro-techniques qui doivent avoir lieu au Palais d'exposition de Munich ».

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (221), (223), (224) *et de la comète a* 1882. (*Wells*), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Astre — ★	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Astre — ★	Déclinaison. Log. fact. par.
				m s		′ ″	
(221)	Avril 19..	*a*	8	− 0.16,41	$\bar{1}$,456	+ 7.18,0	0,701
	20..	*b*	8	− 1.48,11	$\bar{1}$,074	− 0.25,6	0,662
	21..	*b*	8	− 1.33,08	$\bar{1}$,119	− 0.25,0	0,664
(223)	Avril 19..	*c*	9,5	− 1. 0,58	$\bar{1}$,424	− 1. 9,4	0,763
	20..	*c*	9,5	− 1. 7,33	$\bar{1}$,221	− 1.25,2	0,750
(224)	Avril 20..	*d*	8	− 1. 4,27	$\bar{1}$,226	− 8.35,6	0,863
	21..	*d*	8	− 1.45,55	$\bar{2}$,778*n*	− 5.38,9	0,867
☄	Avril 19..	*e*	9,5	+ 2.11,73	$\bar{1}$,801*n*	+ 2.53,1	0,186
	20..	*f*	6	− 2.36,73	$\bar{1}$,808*n*	+ 0.49,4	0,121
	21..	*g*	9	− 0.29,23	$\bar{1}$,870*n*	+ 4.53,6	0,504
	Mai 6..	*h*	9	− 1. 0,97	0,019*n*	+ 1.52,7	0,732
	7..	*i*	9	− 2.54,12	0,095*n*	+ 1.17,0	0,632
	8..	*j*	9,5	+ 3.21,66	0,094*n*	− 0.32,8	0,665
	11..	*k*	9	− 3.34,89	0,164*n*	−10.51,4	0,343
	12..	*l*	8,5	+ 1.36,23	0,004*n*	+ 0.37,7	0,765
	13..	*m*	9	− 5.29,66	$\bar{1}$,914*n*	− 0.35,5	0,806
	25..	*n*	8,5	+ 2.38,01	$\bar{2}$,360	− 5.51,2	0,924
	26..	*o*	9,5	− 2.54,59	$\bar{2}$,965	+ 1. 7,0	0,926
	28..	*p*	7,5	+ 0.46,13	$\bar{1}$,708*n*	+ 2.32,8	0,839
	Juin 2..	*q*	7	− 0.34,75	$\bar{1}$,411	− 8.17,3	0,921
	3..	*r*	8	+ 1.15,60	$\bar{1}$,470	− 4.25,3	0,917
	3..	*s*	8	+ 0.20,98	$\bar{1}$,388	− 3.23,2	0,927

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Avril 19..	*a*, 595 Weisse$_2$ 9^h....	9.29.47,53	+2,35	+17.45.27,4	−13,0
20.. 21..	*b*, D.M. +18°, n° 2232.	9.31.32,40	+2,34	+17.53.37,3	−12,9
19.. 20..	*c*, Anonyme.........	10.49.54,53	+2,63	+ 9.53.42,1	−16,8
20.. 21..	*d*, 549 Weisse$_1$ 12^h...	12.34.35,55	+3,03	− 7.47.37,7	−19,0
19..	*e*, D.M. +56°, n° 2205.	19. 8.44,76	+1,38	+56.22.57,4	−12,0
20..	*f*, » +57°, n° 1986.	19.18. 6,15	+1,34	+57.25.18,4	−11,7

Dates. 1882.		Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
Avril	21..	*g*, » +58°, n° 1900.	19.20.31,18	+1,35	+58.17.59,8	−11,6
Mai	6..	*h*, 23222 Arg.OEltz₁..	21.55. 6,39	+0,57	+72.57.43,9	− 7,1
	7..	*i*, 24008 » ..	22.18.28,34	+0,43	+73.36.27,4	− 6,5
	8..	*j*, D.M. +73°, n° 984..	22.34.29,74	+0,37	+74. 6.59,9	− 6,1
	11..	*k*, » +74°, n° 1059.	23.58. 7,44	+0,12	+74.46. 7,4	− 4,0
	12..	*l*, 263 Arg.-OEltz₁ ...	0.15.41,41	+0,16	+74.24.44,2	− 3,6
	13..	*m*, D.M. +73°, n° 45.	0.47.12,19	+0,17	+74. 5. 2,4	− 2,9
	25..	*n*, 4149 Arg.-OEltz₁..	3.40.49,48	+1,07	+59.45.34,4	− 1,5
	26..	*o*, D.M. +57°, n° 766.	3.53.35,32	+1,11	+57.57.45,9	− 1,5
	28..	*p*, 4533 Arg.-OEltz...	4. 3.33,21	+1,17	+54. 6.19,0	− 1,9
Juin	2..	*q*, 4943-44 » ...	4.27.15,47	+1,26	+44.58. 2,1	− 2,6
	3..	*r*, 577 Weisse₂ 4ʰ....	4.29. 8,17	+1,27	+42.46.46,5	− 2,7
	3..	*s*, D.M. +42°, n° 1015.	4.30. 5,73	+1,27	+42.43.53,5	− 2,7

Positions apparentes des planètes et de la comète.

	Dates. 1882.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
			h m s	h m s	° ′ ″		
(221)	Avril	19..	10.35.17	9.29.33,47	+17.52.32,4	20 : 15	Weisse₂.
		20..	8.41.42	9.29.46,63	+17.52.58,8	18 : 24	D. M.
		21..	8.45.49	9.30. 1,66	+17.52.59,4	18 : 24	Id.
(223)	Avril	19..	11.46. 3	10.48.56,58	+ 9.52.15,9	18 : 15	Anonyme (¹).
		20..	10.32.57	10.48.49,83	+ 9.52. 0,1	24 : 20	Id.
(224)	Avril	20..	12.19.18	12.33.34,31	− 7.56.32,3	18 : 15	Weisse₁.
		21..	9.58.20	12.32.53,03	− 7.53.35,6	18 : 24	Id.
☄	Avril	19..	13. 3. 1	19.10.57,87	+56.25.38,5	15 : 20	*Ann. Bonn*, t. VI.
		20..	13. 8.18	19.15.30,76	+57.25.56,1	15 : 20	Arg.-OEltz₁.
		21..	11.33.34	19.20. 3,30	+58.22.41,8	19 : 15	D. M.
	Mai	6..	11.21.39	21.54. 5,99	+72.59.29,5	12 : 18	Arg.-OEltz₁.
		7..	11.30.35	22.15.34,65	+73.37.37,9	15 : 20	Id.
		8..	10.31. 5	22.37.51,77	+74. 6.21,0	17 : 24	D. M.
		11..	14.17.41	23.54.32,67	+74.35.12,0	15 : 20	Id.
		12..	11.51.31	0.17.17,80	+74.25.18,3	18 : 24	Arg.-OEltz₁.
		13..	11.36.32	0.41.42,70	+74. 4.24,0	15 : 20	D. M.
		25..	11.22.58	3.43.28,56	+59.39.41,7	16 : 24	Arg.-OEltz₁.
		26..	11. 4.10	3.50.41,84	+57.58.51,4	18 : 24	D.M.
		28..	14.59.11	4. 4.20,51	+54. 8.49,9	16 : 24	Arg.-OEltz₁.
	Juin	2..	9.49.37	4.26.41,98	+44.49.42,2	16 : 25	Id.
		3..	9.37.36	4.30.25,04	+42.42.18,5	9 : 12	Weisse₂.
		3..	10. 0.50	4.30.27,98	+42.40.27,6	19 : 25	D.M.

(¹) Rapportée à D.M. + 10° n° 2228; j'ai obtenu pour ★ an — ★ 2228, par 6 : 8 comparaisons : — $2^m 40^s,35$, + 0′54″,7.

Remarques.

» La planète (221) était de grandeur 12,8; (223) était de grandeur 13,3, assez difficile à observer.

» Le 3 juin la comète s'apercevait à l'œil nu, comme une étoile de 2e grandeur environ; quoiqu'elle fût très voisine de l'horizon, sa queue avait, dans la lunette, 35′ de long, et à $10^h 26^m$, temps moyen, son angle de position était 349°,6.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wells, faites au cercle méridien de 7 pouces* (0^m,189) *de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **Rayet**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations suivantes ont été faites au passage méridien inférieur de la comète.

Dates. 1872.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Déclinaison app.	Logarithme fact. parallaxe.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mai 11.....	8.30.31	23.48.35,18	74.36.26,9	0,887
» 12.....	8.52.15	0.14.19,35	74.27. 9,3	0,888
» 13.....	9.13.29	0.39.33,42	74. 6. 7,0	0,890
» 14.....	9.33.37	1. 3.41,44	73.33.50,3	0,892
» 15.....	9.52.17	1.26.21,17	72.51.32,7	0,895
» 16.....	10. 9.40	1.47.44,19	71.59.54,2	0,898
» 17.....	10.24.15	2. 6.18,15	70.59.53,3	0,902
» 18.....	10.37. 6	2.23. 7,69	69.52.30,9	0,906
» 21.....	11. 7.24	3. 5.20,24	65.55. 4,4	0,921
» 23.....	11.23.37	3.29.28,71	62.54.35,7	0,944

» La position géographique provisoire de l'Observatoire de Bordeaux est :

Longitude ouest de Paris	$11^m 28^s$
Latitude nord	44° 50′ 17″

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète a 1882 (Wells), faites avec l'équatorial Brunner de 6 pouces* (0^m,162), *à l'Observatoire de Lyon (longitude :* $0^h 9^m 46^s$,83; *latitude :* 45° 41′ 40″,0 N.); par M. **Gonnessiat**.

Dates. 1882.	Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Facteur log. parall.	Déclinaison apparente.	Facteur log. parallaxe.	Nombre de comparaisons.	Étoiles de comparaison.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Avril 10....	10.11.10	18.39.25,51	$\bar{1}$,764*n*	+48. 2.48,6	0,762	11:10	*a*
12....	10.29.54	18.45.15,22	$\bar{1}$,794*n*	49.44.50,2	0,714	12:10	*b*

Dates. 1882.	Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Facteur log. parall.	Déclinaison apparente.	Facteur log. parallaxe.	Nombre de comparaisons.	Étoiles de comparaison
	h m s	h m s		° ′ ″			
Avril 15(1)..	9.31.43	18.54.48,23	$\bar{1}$,781*n*	52.25.50,7	0,782	3:3	*c*
19....	10.41.13	19.10.30,18	$\bar{1}$,867*n*	56.19.18,8	0,633	11:10	*d*
»....	»	19.10.30,59	»	56.19.19,7	»	11:10	*e*
20....	9.18.55	19.14.44,68	$\bar{1}$,867*n*	57.15.53,7	0,678	6:6	*f*
20....	9.40.26	19.14.48,50	$\bar{1}$,841*n*	57.16.43,5	0,753	8:8	*g*
21....	9.58.37	19.19.39,09	$\bar{1}$,867*n*	58.18.24,4	0,712	12:12	*h*
24....	9.38.19	19.36.11,69	$\bar{1}$,645*n*	61.23.47,1	0,737	6:6	*i*
27....	10. 4.40	19.57.26,76	$\bar{1}$,949*n*	64.34.24,5	0,685	3:5	*j*
29....	8.59.45	20.14.37,83	$\bar{1}$,764*n*	66.36.57,5	0,858	3:3	*k*
Mai 2....	10.39.25	20.49.14,58	0,043*n*	69.40.56,7	0,637	6:6	*l*
3....	10.27. 7	21. 3.36,74	0,047*n*	70.48.31,0	0,678	2:2	*m*
5....	9.22. 4	21.35.30,25	$\bar{1}$,940*n*	72.10.49,2	0,808	12:2	*n*
8....	9.32.17	22.35.45,53	$\bar{1}$,885*n*	74. 4. 3,9	0,836	6:6	*o*
»....	10. 7.26	22.36.19,20	$\bar{1}$,980*n*	74. 4.41,1	0,801	11:11	*p*
9....	8.54. 8	22.58.41,09	$\bar{1}$,638*n*	74.24.33,7	0,870	6:6	*q*
9....	9.54.31	22.59.40,60	$\bar{1}$,902*n*	74.25. 7,7	0,832	8:8	*r*
10....	9.40.52	23.24.22,56	$\bar{1}$,788*n*	74.56.54,4	0,855	12:12	*s*
12....	11.38. 7	0.16.55,64	0,003*n*	74.25.33,2	0,792	9:9	*l*
24....	10. 9.24	3.34.52,55	$\bar{1}$,448	61.24.26,4	0,943	6:6	*u*
31....	9.15.36	4.18.14,67	$\bar{1}$,572	48.56. 0,2	0,897	10:10	*v*

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1882,2.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	s	
a....	18.38.43,54	+1,38	+48. 1.53,5	−13,1	2749 + 48° Bonn VI.
b....	18.45. 6,51	+1,38	49.42.32,0	−12,9	18654 Arg. OEltzen.
c....	18.55.24,43	+1,38	52.32.32,6	−12,6	18815 id.
d....	19. 8.44,76	+1,38	56.22.57,4	−12,0	2205 + 56° Bonn VI.
e....	19. 9.28,88	+1,37	56.19.54,5	−12,0	7260 Rümker.
f....	19.12.19,22	+1,35	57. 9.50,0	−11,8	1970 + 57° Bonn VI.
g....	19.17.23,51	+1,35	57.16.47,4	−11,7	19183 — 4 Arg.-OEltzen.
h....	19.24. 0,84	+1,27	58.16.14,5	−11.3	1908 + 58° Bonn VI.
i....	19.40.44,59	+1,27	61.27.34,7	−11,0	19594 Arg. OEltzen.
j....	20. 0.13,11	+1,20	64.29,25,9	−10,3	6905 B. A. C.
k....	20.13.14,44	+1,14	66.42.45,0	− 9,9	20345 Arg. OEltzen.
l....	20.44.42,54	+0,98	69.34.23,7	− 9,0	1128 + 69° Bonn VI.
m....	21. 5.40,72	+0,82	70.57.32,8	− 8,5	9266′Washington, 1878.
n....	21.29.53,30	+0,72	72. 9.13,1	− 7,6	22769 Arg. OEltzen.

(1) Les 15, 24, 27, 29 avril, 2 et 3 mai, les nuages ont gêné et interrompu les comparaisons.

Etoiles.	Ascension droite moyenne 1882,2.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	s	
o....	22.42.36,64	+0,34	73.55.56,8	— 5,9	24693 Arg. OEltzen.
p. ..	22.45. 8,97	+0,31	74. 2.34,9	— 5,8	996 + 74° Bonn VI (2 obs.)
q....	22.57.15,41	+0,21	74.15.13,3	— 5,5	25043 Arg. OEltzen.
r....	22.54.26,87	+0,21	74.30.29,6	— 5,5	24982 id.
s....	23.24,34,53	+0,11	74.55.16,5	— 4,8	25667 id.
t.....	0.15.40,96	+0,16	74.24.44,2	— 3,6	263 id.
u....	3.39.56,50	+1,02	61.26.20,4	— 1,2	4123 id.
v....	4.19.33,99	+1,23	+48.57.55,7	— 2,3	4284 id.

Observations méridiennes de la comète a 1882 (*Wells*), *faites à l'Observatoire de Lyon* (cercle méridien Eichens).

Dates. 1882.	Temps moyen de Lyon.	Nombre de fils.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Facteur log parallaxe.
	h m s		h m s	° ′ ″	
Mai 11........	8.30.11	11	23.48.11,76	+74.37. 8,0	0.8836
12........	8.51.56	20	0.13.57,54	74.27.26,3	0,8843
13........	9.13.11	19	0.39.12,24	74. 6.21,0	0,8858
15........	9.52. 1	19	1.26. 1,95	72.53.13,9	0,8909
16........	10. 8.57	18	1.46.57,46	72. 0.43,0	0,8945
17........	10.24. 3	16	2. 6. 2,49	70.58.54.2	0,8984
18........	10.37.20	21	2.23.17,71	69.53.41,7	0,9024
24........	11.25.36	17	3.35.20,80	61.19.12,1	0,9276

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.* Note de M. **J.-S. Vanecek**, présentée par M. de la Gournerie.

« **1**. Dans une Note récemment présentée à l'Académie ([1]), nous avons parlé de la transformation des courbes. Nous allons maintenant nous occuper de celle des surfaces.

» Considérons une surface L d'ordre l qui doit être transformée par rapport à une courbe M d'ordre m et à une surface P du $p^{\text{ième}}$ ordre qui servent de directrices, et par rapport à une surface F du second ordre, surface fondamentale de la transformation.

» La surface L se transforme en une autre surface R, dont nous allons déterminer l'ordre.

([1]) *Voir* même Tome, p. 1463.

» Supposons qu'une droite D soit transformée par rapport aux directrices M, P en une courbe gauche Δ d'ordre $4mp$. Cette courbe coupe la surface proposée L en $4lmp$ points. A chaque tel point d'intersection correspond sur la droite D un seul point, qui appartient aussi à la surface R inverse de la surface L. La surface R est par conséquent d'ordre $4lmp$.

» De là résultent ces deux théorèmes :

» *Quand un tétraèdre polaire par rapport à une surface du second ordre se meut de telle manière que ses trois sommets* l, m, p *parcourent respectivement une surface* L *d'ordre* l, *une courbe* M *d'ordre* m *et une surface* P *d'ordre* p, *son quatrième sommet* r *engendre une surface* R *qui est d'ordre* $4lmp$.

» Réciproquement :

» *Quand un tétraèdre polaire par rapport à une surface de la deuxième classe se meut de telle manière que ses trois faces* λ, μ, π *touchent respectivement une surface* L *de la classe* l, *une surface développable* M *de la classe* m *et une surface* P *de la classe* p, *sa quatrième face* ρ *enveloppe une surface* R *de la classe* $4lmp$.

2. Dans le § 2 de la Note précédente nous avons trouvé que chaque point l de la courbe d'intersection L de la surface proposée L avec la surface fondamentale F se transforme en un point multiple d'ordre mp. La courbe L étant déjà d'ordre $2l$, elle est donc d'ordre $2lmp$ sur la surface inverse R. La courbe P d'intersection de la surface P avec la surface fondamentale est aussi de l'ordre $2lmp$.

» Examinons le caractère des points d'intersection m de la courbe directrice M avec la surface fondamentale, sur la surface inverse R. Prenons sur la courbe M un point infiniment voisin d'un point m. Son plan polaire μ_1 coupe les trois surfaces F, L, P respectivement en une conique F', puis en une courbe L' du $l^{\text{ième}}$ et en une courbe P' du $p^{\text{ième}}$ ordre. La courbe inverse L'_1 de la courbe L' par rapport à la conique F', comme courbe fondamentale, et à la courbe directrice P' est de l'ordre $2lp$.

» D'après cela le point m est un point multiple d'ordre $2lp$ de la surface R. Le nombre de tels points sur la surface fondamentale est $2m$. Nous voyons donc que ces points m font une partie de la courbe d'intersection de la surface fondamentale avec la surface R; cette partie est de l'ordre $4lmp$. Les courbes L, P étant chacune d'ordre $2lmp$ sont la deuxième partie de la courbe d'intersection complète. La courbe d'intersection complète des deux surfaces F, R est par conséquent d'ordre $8lmp$, ce qui doit être, puisque la surface R est d'ordre $4lmp$ et la surface fondamentale est du second ordre.

» La surface R est la surface inverse de la surface L par rapport à *M* et à P; mais du tétraèdre polaire résulte que nous obtiendrons la même surface R quand nous transformons la surface P par rapport à la courbe *M* et à la surface P.

» Nous voyons donc que, dans la transformation d'une courbe *L*, cette courbe peut changer sa fonction avec la courbe *M*, tandis que, dans la transformation d'une surface L, cette surface peut être remplacée par la surface P.

3. Dans la transformation précédente, nous avons fait correspondre un point à un point, et un plan à un plan. Mais nous pouvons aussi transformer un point en un plan ou réciproquement un plan en un point.

» La transformation de cette sorte dans un plan a été publiée dans les *Comptes rendus des séances de la Société royale tchèque*, à Prague.

» Considérons les mêmes parties de la transformation, c'est-à-dire la surface F, la surface P et la courbe *M*, dont l'ordre est respectivement $2, p, m$.

» Transformons le point donné l. Son plan polaire L détermine sur *M* un point m, dont le plan polaire M coupe le plan L en une droite qui perce la surface P au point p. Les trois points l, m, p déterminent le plan R qui est le plan demandé et, de plus, le plan polaire du point r. Nous savons des théorèmes précédents que ce point r décrit une courbe *R* d'ordre $4lmp$.

» Par conséquent le plan R enveloppe une surface développable (R) de la classe $4lmp$, quand le point l parcourt une courbe *L* d'ordre l, et R enveloppe une surface générale de la classe $4lmp$, si le point l parcourt une surface générale L d'ordre l.

» De là résultent les théorèmes suivants :

» *Quand un plan R se meut de telle manière que ses trois points l, m, p restent toujours les pôles conjugués par rapport à une surface* F *du second ordre et parcourent respectivement les courbes L d'ordre l, M d'ordre m et une surface* P *d'ordre p, ce plan* R *enveloppe une surface développable* (R) *de la classe $4lmp$.*

» Réciproquement :

» *Quand un trièdre* LMP *se meut de telle manière que ses trois faces* L, M, P *soient toujours les plans polaires conjugués par rapport à une surface* F *de la deuxième classe, et enveloppent respectivement les surfaces développables* L *de la classe l,* M *de la classe m et une surface générale* P *de la classe p, le sommet r de ce trièdre décrit une courbe* (r) *de l'ordre $4lmp$.*

» De plus :

» *Quand un triangle lmp, dont les sommets sont toujours les pôles conjugués par rapport à une surface du second ordre, se meut de telle manière que ses sommets l, m, p parcourent respectivement la surface* L *d'ordre l, la courbe M d'ordre m et une surface* P *d'ordre p, le plan* R *de ce triangle enveloppe une surface générale* (R) *de la classe* 4*lmp*.

» Et réciproquement :

» *Quand un trièdre* LMP, *dont les faces restent toujours les plans polaires conjugués par rapport à une surface de la deuxième classe, se meut de telle manière que ses faces enveloppent respectivement la surface* L *de la classe l, la surface développable* M *de la classe m et la surface* P *de la classe p, le sommet r de ce trièdre parcourt une surface générale* (*r*) *d'ordre* 4*lmp*. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi suivant laquelle varie la force électromotrice d'une machine magnéto-électrique en fonction de la résistance du circuit extérieur.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Dans les nombreuses expériences que j'ai faites sur les machines dynamo-électriques, dans le but de relever pour chacune d'elles la courbe à laquelle j'ai donné le nom de *caractéristique*, j'ai été frappé de ce fait, que la force électromotrice développée dans l'anneau de ces machines, non seulement ne croît pas infiniment avec l'intensité du courant qui traverse les électro-aimants inducteurs, mais encore finit par diminuer très notablement lorsque le courant engendré augmente de plus en plus.

» Cela m'a amené à penser que la force électromotrice, développée dans l'anneau d'une machine magnéto-électrique dont le champ magnétique est constitué par un aimant permanent, n'est pas constante, ainsi que cela a toujours été admis, mais qu'elle est fonction de l'intensité du courant même développé dans l'anneau.

» Pour vérifier ce fait, j'ai maintenu constant le champ magnétique d'une machine Gramme, en excitant les inducteurs au moyen d'une source auxiliaire, et j'ai recherché comment variait la force électromotrice de l'anneau tournant toujours à la même vitesse, lorsque je fermais le circuit extérieur avec des résistances de plus en plus faibles.

» Je copie d'abord, dans mon registre d'expériences, une expérience faite, le 18 novembre 1881, sur une petite machine Gramme à galvanoplastie.

» Comme, d'après la caractéristique de la machine, je savais que les inducteurs étaient saturés à partir de 35 ampères, je les ai excités au moyen d'un courant auxiliaire puissant, dont l'intensité était de 80 ampères environ. Je me plaçais ainsi dans les conditions voulues pour obtenir la sursaturation des inducteurs.

» Le Tableau suivant donne les résultats de l'expérience. La première colonne V indique la vitesse de rotation de l'anneau, prise à des périodes différentes.

» La deuxième colonne R indique, pour chaque mesure, la somme des résistances de l'anneau et du circuit extérieur.

» Comme on le voit, la résistance de ce dernier a varié dans d'assez grandes limites.

» La troisième colonne I indique l'intensité du courant, mesurée avec un galvanomètre Marcel Deprez.

» La quatrième colonne E donne la force électromotrice développée sur l'anneau, calculé d'après la loi de Ohm, $E = RI$, après la fin de la période variable.

Tableau n° 1 (18 novembre 1881).

V.	R en ohms.	I en ampères.	E=RI.	V.	R en ohms.	I en ampères.	E=RI.
2431....	3,712	8,00	29,70	2424....	1,190	24,00	28,56
»	3,637	7,80	28,37	»	1,026	28,00	28,73
»	3,637	8,00	29,10	»	0,841	33,60	28,26
»	2,717	11,20	30,43	»	0,653	43,20	28,21
2430....	1,837	16,00	29,39	»	0,465	59,20	27,53
»	1,678	17,60	29,53	»	0.371	76,80	28,49
»	1,512	18,40	27,82	2420....	0,278	88,80	24,69 (1)
»	1,351	20,80	28,10	»	0,278	91,20	25,35 (2)
				»	0,187	115,20	21,54 (3)

» J'ai repris la même expérience le 19 novembre 1881. Le Tableau suivant indique les résultats obtenus :

(1) Étincelles au collecteur.
(2) Idem.
(3) Fortes étincelles au collecteur.

TABLEAU N° 2.

V.	R. en ohms.	I en ampères.	E = RI.	V.	R. en ohms.	en ampères.	E = RI.
2399....	11,432	2,60	29,72	2403....	1,351	22,00	29,72
»	10,552	2,80	29,55	»	1,190	24,80	29,51
2377....	8,952	3,20	28,65	»	1,026	29,20	29,96
2378....	7,957	3,60	28,65	»	0,841	34,40	28,93
2378....	7,077	4,00	28,31	2397....	0,653	43,20	28,21
2396 ...	5,512	5,40	29,76	»	0,465	59,20	27,53
2399....	4,517	6,60	29,81	»	0,278	88,80	24,69
»	3,637	8,40	30,55 (1)	»	0,187	122,40	22,89
»	3,637	8,40	30,55 (1)	»	0,156	134,40	20,97
2406....	1,968	15,20	29,91	»	0,140	141,60	19,82
»	1,837	16,80	30,86	»	0,131	144,00	18,86
»	1,678	17,60	29,53	»	0,093	168,00	15,62
2403....	1,512	19,20	29,03				

» On voit, surtout à l'inspection du Tableau n° 2, où les expériences ont été poussées à outrance, que la force électromotrice développée sur l'anneau diminue quand l'intensité du courant produit augmente.

» Voici enfin un Tableau qui met en relief cet abaissement de la force électromotrice d'une manière beaucoup plus frappante. Les expériences qu'il résume ont été faites sur une machine dynamo-électrique dont les inducteurs étaient excités par un courant de 10^{amp},5, très inférieur à celui qui était nécessaire pour les saturer.

» On voit que, lorsque la résistance totale du circuit tombait de 1^{ohm},775 à 0^{ohm},05, l'intensité du courant s'élevait de 18^{amp},5 à 84^{amp}, tandis que la force électromotrice s'abaissait de 33^{volts} à 4^{volts},2, c'est-à-dire à peu près dans le rapport de 8 à 1.

TABLEAU N° 3.

V.	R.	I.	E = RI.	V.	R.	I.	E = RI.
2805....	1,775	18,55	32,93	2805....	0,751	34,2	25,68
»	1,595	19,60	31,26	» ...	0,595	40,8	24,28
»	1,431	22,05	31,55	»	0,434	48,6	21,09
»	1,248	24,00	29,95	»	0,288	58,8	16,93
»	1,066	27,00	28,78	»	0,132	76,8	10,14
»	0,909	30,6	27,82	»	0,050	84,0	4,20

» Cette expérience démontre péremptoirement que l'abaissement con-

(1) Mesures prises au commencement et à la fin de l'expérience.

staté dans les caractéristiques lorsque le courant engendré devient très intense tient à l'insuffisance des inducteurs. En fait, ceux-ci ne sont jamais trop puissants, et c'est encore là un argument de plus en faveur des grandes machines, car j'ai démontré théoriquement et expérimentalement qu'un champ magnétique d'intensité déterminée coûte d'autant moins cher à produire qu'il est engendré par des électro-aimants de dimensions plus considérables.

» Quant à la cause de ce phénomène, je pense qu'on peut l'expliquer ainsi :

» Supposons que l'on supprime le passage du courant dans les inducteurs et qu'on ne le fasse passer que dans l'anneau; ce dernier va devenir un aimant puissant, dont la ligne des pôles se confond avec le diamètre qui passe par les points de contact des balais et du collecteur.

» Si l'on fait l'opération inverse en supprimant le courant qui traverse l'anneau et en le rétablissant dans les inducteurs, la ligne des pôles de l'anneau se confondra avec celle des inducteurs.

» Il résulte de là que, lorsque le courant traverse à la fois l'anneau et les inducteurs, la ligne des pôles de l'anneau occupe une position intermédiaire entre les deux positions extrêmes qui viennent d'être définies, et que l'on pourrait même déterminer par une construction analogue à celle du parallélogramme des forces. Il est facile de voir, en appliquant cette construction, que la ligne du pôle de l'anneau se rapproche d'autant plus de la ligne du contact des balais que le courant qui traverse l'anneau est plus intense, tandis que la différence maximum du potentiel entre les deux balais correspond, au contraire, au cas où la ligne des pôles de l'anneau est perpendiculaire au diamètre passant par les points de contact.

» Ceci revient, au fond, à dire que, au fur et à mesure que l'intensité du courant traversant l'anneau augmente, les fils de l'anneau coupent les lignes de force du champ magnétique compris entre les pièces polaires et l'anneau sous un angle de plus en plus différent d'un angle droit, qui est, comme on le sait, l'angle correspondant à la force électromotrice maxima.

» Le seul moyen d'atténuer, dans une certaine limite, le défaut inhérent aux machines dynamo-électriques consiste dans l'emploi :

» 1° D'inducteurs très puissants, entourés d'une quantité de fil modérée;

» 2° De balais à calage variable »

PHYSIQUE. — *Oscillations du plan de polarisation par la décharge d'une batterie. Simultanéité des phénomènes électrique et optique.* Note de MM. E. Bichat et R. Blondlot, présentée par M. Jamin.

« Nous nous sommes proposé d'étudier la rotation du plan de polarisation dans un corps transparent sous l'action du courant de décharge d'une bouteille de Leyde.

» L'expérience était disposée de la manière suivante. Entre un polarisateur et un analyseur à l'extinction, on place le corps transparent dans une bobine à fil long et fin que l'on relie aux armatures d'une batterie. Dans le circuit on intercale un excitateur qui permet à la décharge de se produire lorsque la différence de potentiel est suffisante. Au moment de chaque décharge, l'œil placé devant l'analyseur constate une vive réapparition de lumière, ce qui montre que le plan de polarisation a été dévié.

» Ce fait constaté, nous avons cherché à l'analyser. A cet effet, nous avons disposé devant l'appareil optique un miroir tournant autour d'un axe vertical. Le polarisateur était muni d'une fente, également verticale, dont on observait l'image dans le miroir au moyen d'une lunette. Par une disposition convenable, on forçait l'étincelle à éclater au moment où, dans son mouvement de rotation continu, le miroir occupait une position telle que l'image de la fente fût visible dans la lunette. On voyait ainsi dans le miroir tournant la réapparition de lumière due à chaque décharge.

» Voici ce que nous avons observé :

» En général, on voit dans le champ de la lunette une série de larges bandes lumineuses séparées par des bandes obscures plus étroites. L'apparence rappelle absolument celle que l'on observe lorsqu'on étudie la lumière de l'étincelle. On sait que, dans ce cas, les bandes lumineuses successives correspondent à des courants alternativement de sens contraire : la décharge est *oscillatoire*. Nous avons constaté qu'il en est de même de la rotation du plan de polarisation. Si l'on tourne, en effet, l'analyseur d'un petit angle dans un certain sens, on voit les images de rang pair s'affaiblir et, en même temps, les images de rang impair augmenter d'éclat; si l'on tourne en sens inverse, les images de rang impair s'affaiblissent et les images de rang pair deviennent plus lumineuses.

» Le plan de polarisation est donc soumis à des rotations successives alternativement de sens contraire; il *oscille* autour de sa position normale.

A toute décharge oscillatoire correspond un mouvement oscillatoire du plan de polarisation.

» Ceci posé, y a-t-il simultanéité entre les phénomènes électrique et optique; ou bien le mouvement du plan de polarisation se manifeste-t-il en un temps appréciable après l'action électrique? Nous avons résolu cette question de la manière suivante : A l'appareil utilisé pour les expériences précédentes nous avons ajouté une disposition permettant de voir, en même temps, dans le miroir tournant les bandes fournies par la lumière de l'étincelle et celles qui sont dues à l'oscillation du plan de polarisation. A cet effet, on plaçait l'excitateur de manière que l'étincelle, au moyen d'un système optique convenable, éclairât une fente verticale. Un miroir fixe renvoyait la lumière provenant de cette fente sur le miroir tournant et, de là, dans la lunette. Le miroir mobile étant au repos, on voyait nettement dans le champ les images verticales des deux fentes. En réglant la position du miroir fixe, on amenait ces deux fentes, qui avaient la même largeur, à être rigoureusement dans le prolongement l'une de l'autre.

» Pendant la rotation du miroir, et au moment où la batterie se décharge, chacune des images se dilate dans le sens horizontal. On voit ainsi, l'un au-dessus de l'autre, deux systèmes de bandes alternativement lumineuses et obscures : l'une est due à la lumière de l'étincelle; l'autre provient de l'appareil de polarisation.

» *L'expérience montre que les bandes brillantes de l'un des systèmes forment exactement le prolongement des bandes lumineuses de l'autre système, et qu'il en est de même des bandes obscures.* Si l'on fait tourner le miroir de plus en plus vite, la largeur des bandes augmente; *mais la correspondance de deux systèmes reste toujours parfaite.*

» Donc, avec l'approximation très grande que notre appareil nous permettait d'obtenir, nous pouvons conclure que *les deux phénomènes électrique et optique sont simultanés.*

» Pour mesurer cette approximation, nous avons déplacé légèrement le miroir fixe de manière à détruire la correspondance des deux images. Il est clair que ce déplacement produit le même effet qu'un retard qui pourrait exister entre les deux ordres de phénomène. Nous nous sommes ainsi assuré qu'un retard de $\frac{1}{30000}$ de seconde serait parfaitement appréciable. Nous pouvons donc affirmer que le retard, s'il existe, est inférieur à $\frac{1}{30000}$ de seconde.

» Les expériences ont été faites en employant successivement comme corps transparent le flint lourd et le sulfure de carbone.

» M. Villari, faisant tourner un cylindre de flint entre les pôles d'un électro-aimant, a constaté (¹) que, pour une vitesse suffisante, le phénomène de la polarisation rotatoire n'existe plus; il en avait conclu que, pour produire l'aimantation du flint, il faut un temps compris entre $0^{m},001244^{s}$ et $0^{m},00241^{s}$. Or la sensibilité de notre méthode nous permettait d'apprécier un déplacement correspondant à un temps quarante-quatre fois plus petit.

» Une expérience inédite de MM. P. Curie et Ledeboer s'accorde avec nos conclusions : en substituant au disque en cuivre de l'appareil de Foucault un disque en verre, et en le faisant tourner à raison de cent tours par seconde, ils n'ont observé aucune diminution dans la rotation du plan de polarisation.

» Il semble donc qu'il faut chercher une autre explication à la très intéressante expérience de M. Villari.

» Nous sommes, d'ailleurs, d'accord avec lui sur ce point, que la rotation du plan de polarisation cesse au même instant que l'action électrique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Décomposition des sels par les matières en fusion.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, dans une série de Mémoires, que la décomposition des sels par les liquides s'effectue suivant des lois bien déterminées, qui la mettent au nombre des phénomènes de dissociation que H. Sainte-Claire Deville a découverts. Il est encore un cas particulier, celui où le liquide considéré est une matière fondue, qui présente un grand intérêt; en effet, la connaissance de ce qui se produit dans ces circonstances peut contribuer à expliquer certains faits naturels; elle peut montrer, par exemple, comment des minéraux formés des mêmes éléments, mais en proportions diverses, ont pu se former dans le même dissolvant en fusion. Nous étudierons d'abord à ce point de vue les chlorophosphates de chaux.

» I. Quand, après avoir chauffé du phosphate de chaux avec du sel marin pendant une ou deux heures vers 1000°, on traite la masse par l'eau

(¹) *Annales de Poggendorff*, t. CXLIX, p. 324; 1873.

froide, on trouve le phosphate cristallisé. Il est changé en belles aiguilles d'apatite $3(3CaO, PhO^5)CaCl$; le sel fondu a réagi sur le phosphate calcaire; il s'est formé du chlorure de calcium qui, se combinant au sel de chaux, l'a transformé en apatite, et du phosphate de soude qui reste dissous dans le sel marin en fusion. Mais ce phosphate de soude est, à son tour, capable de réagir sur le chlorure de calcium ou sur le chlorophosphate de chaux dissous dans le liquide incandescent, pour reproduire du sel marin et du phosphate de chaux; il pourra donc y avoir au sein de la masse fondue deux réactions inverses, susceptibles de se limiter l'une l'autre, et c'est précisément ce qui a lieu.

» Quand on opère sur une petite quantité (1^{gr}) de phosphate de chaux et sur un poids bien plus considérable (50^{gr}) de sel marin, tout le phosphate devient apatite. Avec beaucoup de phosphate calcaire (10^{gr} ou 15^{gr}), la réaction est moins nette, la masse fondue est difficile à laver et à purifier, et, pour étudier le rôle du phosphate de soude, il est plus simple d'en introduire directement une certaine proportion. Chauffons donc un mélange de sel marin (50^{gr}), de phosphate de chaux (1^{gr}) et de phosphate de soude; l'expérience prouve qu'une faible quantité de ce dernier n'empêche pas la production de l'apatite; mais, dès que la masse en fusion en renferme $\frac{11}{100}$ de son poids, ou davantage, on obtient, au lieu des belles aiguilles d'apatite, des paillettes minces, nacrées, très petites, qui ne renferment pas de chlore; c'est un phosphate de chaux et de soude $PhO^5, 2CaO, NaO$. Si l'on répète l'expérience en remplaçant le phosphate calcaire par de l'apatite pure, cristallisée, celle-ci est détruite dès que l'on arrive à la proportion de $\frac{11}{100}$ de phosphate alcalin, et l'on retrouve à sa place le phosphate $PhO^5, 2CaO, NaO$.

» Ainsi, dans un mélange en fusion de phosphate de chaux et de sel marin, il se forme de l'apatite et du phosphate de soude; la proportion de ce dernier augmente avec le poids de phosphate de chaux, et, quand elle atteint une certaine valeur, il s'établit dans le liquide en fusion un équilibre entre les deux actions inverses, du sel marin sur le phosphate calcaire, du phosphate de soude sur l'apatite ou le chlorure de calcium; la transformation du phosphate de chaux en apatite est alors incomplète; il se forme une certaine quantité du phosphate double de chaux et de soude, et celui-ci se produit seul dès que, par une cause quelconque, le sel marin arrive à contenir au moins $\frac{11}{100}$ de phosphate de soude, qui détruit l'apatite elle-même dans ces circonstances.

» II. On n'observe jamais la production de wagnérite $3CaOPhO^5, CaCl$

dans ces conditions et l'on s'en rend compte aisément, car le sel marin la décompose. De même que l'eau dédouble, par exemple, le chlorure d'antimoine en acide chlorhydrique et oxychlorure, de même le chlorure de sodium en fusion enlève à la wagnérite du chlorure de calcium qui se dissout et laisse de l'apatite qui se dépose. On s'en assure en chauffant de la wagnérite pure avec du sel marin ; après fusion et lavage, on la trouve transformée en apatite, et le chlorure de calcium qu'elle a perdu se retrouve dans le chlorure de sodium ; la décomposition cesse d'ailleurs dès que le liquide en fusion renferme une quantité déterminée de chlorure de calcium, mais celle-ci est telle que, pratiquement, la wagnérite est toujours décomposée par le sel en fusion. Cette quantité limite peut être évaluée en chauffant de petites quantités de phosphate de chaux ou d'apatite avec des mélanges de chlorures de sodium et de calcium, dans lesquels on augmente progressivement la proportion de ce dernier. On s'aperçoit bientôt que le chlorure de calcium doit dominer dans le bain liquide pour que la wagnérite puisse exister. On peut l'obtenir seule dans le chlorure de calcium pur ; dès qu'on ajoute du sel marin, on n'obtient que des mélanges d'apatite et de wagnérite où celle-ci diminue à mesure que le chlorure de sodium augmente ; elle est totalement décomposée par un bain renfermant 30 de sel marin et 70 de chlorure de calcium, ou par un liquide plus riche en chlorure de sodium.

» Donc la wagnérite est dédoublée en apatite et chlorure de calcium par le sel marin pur ou par un bain de ce sel et de chlorure de calcium en contenant au plus 0,70. S'il y en a davantage, la formation de la wagnérite devient possible ; entre le chlorure de calcium et l'apatite qui tendent à se combiner, d'une part, entre la wagnérite et le sel marin qui tend à la séparer en apatite et chlorure de calcium, d'autre part, s'établissent deux réactions inverses, desquelles résulte un équilibre. Si donc on suppose l'apatite toujours en excès dans la masse fondue considérée, il se formera de la wagnérite en proportion qui variera avec celle de chlorure de calcium contenue dans la matière en fusion.

» III. Le chlorure de potassium agit sur le phosphate de chaux, comme celui de sodium, avec formation d'apatite et de phosphate de potasse. Tout se passe comme il vient d'être dit.

» IV. MM. H. Sainte-Claire Deville et Caron ont montré, dans leur Mémoire sur les apatites et les wagnérites, qu'en traitant le phosphate de chaux par un excès de chlorure de calcium, on n'obtient pas, en général, de l'apatite pure. On constate, en effet, que le résultat dépend absolument

du poids de phosphate calcaire employé; s'il est faible, on a de la wagnérite pure, s'il est fort, on n'obtient que de l'apatite. Il se produit de la wagnérite si le poids du phosphate calcaire ne dépasse pas $\frac{7}{100}$ de celui du chlorure de calcium; s'il y en a davantage, il se forme un mélange des deux chlorophosphates, et de l'apatite seule dès que le poids de phosphate de chaux dépasse $\frac{20}{100}$ de celui du chlorure de calcium. Si, d'autre part, on chauffe de l'apatite pure avec un excès de ce chlorure, on observe des résultats analogues; prise en faible quantité, elle se change en wagnérite; mais la transformation n'est que partielle si son poids dépasse les $\frac{6}{100}$ du chlorure de calcium employé.

» On se rend compte de ces résultats en considérant que la wagnérite dissoute dans le chlorure de calcium fondu y est en partie dissociée avec séparation d'apatite, et qu'il s'établit un état particulier d'équilibre à chaque température entre le chlorure de calcium et une quantité d'apatite déterminée; si donc le poids de phosphate de chaux employé dépasse cette quantité limite, il cristallisera à l'état d'apatite. Les choses se passent, au sein du chlorure de calcium fondu, d'une façon comparable à ce qui a lieu lors de la cristallisation d'un sel dans l'eau; il peut se produire des hydrates différents suivant la température et la proportion de sel employée.

» Ainsi la décomposition des phosphates de chaux par les matières en fusion s'effectue, comme le dédoublement des sels, par l'eau ou par les autres corps liquides à la température ordinaire; elle donne lieu à des équilibres tout à fait du même ordre. Ces propriétés appartiennent aussi à des composés analogues renfermant, au lieu de phosphore, de l'arsenic ou du vanadium, et on les retrouve dans des sels autres que ceux de chaux. Je demanderai ultérieurement à l'Académie la permission de lui soumettre les résultats de nouvelles recherches se rapportant à ce sujet. »

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur une solution de sulfate acide de nickel en présence de l'hydrogène sulfuré.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« I. J'ai établi qu'une solution de sulfate de nickel ne précipite pas, par l'hydrogène sulfuré, à la température ordinaire, lorsqu'on y ajoute un poids d'acide sulfurique libre supérieur au quart de l'acide du sulfate neutre employé.

» Mais les conditions changent dès qu'on élève la température. A 100°, par exemple, si *l'excès d'acide libre est limité,* la précipitation du nickel à

l'état de sulfure est alors possible, et elle est d'autant plus rapide que le rapport des poids de l'acide en excès et du sulfate neutre est plus faible, quelle que soit la concentration de la solution métallique. Il en résulte que, si l'on fait deux dissolutions ayant le même volume liquide, soit 140^{cc}, mais contenant l'une $1^{gr},100$ de sulfate neutre, et la seconde $0^{gr},110$, c'est-à-dire le dixième seulement, et si à chacune on ajoute le même poids d'acide libre, soit $0^{gr},567$ (poids de l'acide sulfurique contenu dans $1^{gr},100$ de sulfate de nickel), on pourra, en chauffant quelques heures à 100°, précipiter la plus grande partie du nickel dans la première dissolution, tandis que la seconde ne donnera pas trace de sulfure, quoique, comme la première, elle ait été saturée à 0° par le gaz sulfhydrique avant de sceller le vase. L'expérience démontre en effet que, dans le cas où le rapport des poids de l'acide en excès et de l'acide du sulfate neutre employé est inférieur à l'unité, la formation du sulfure commence dès que la température approche de 100°; que, si ce rapport dépasse l'unité, le sulfure apparaît plus difficilement, et quelquefois il faut un temps assez long, une heure et plus, avant que la réaction commence : c'est le cas, lorsque la quantité d'acide libre est quatre fois plus grande que celle de l'acide du sel; enfin que toute action paraît cesser à 100°, si ce rapport est supérieur à 5. Mais, quand cette formation de sulfure est commencée, elle continue jusqu'à une certaine limite, variable avec les conditions d'expérience.

» II. Cette transformation progressive du sulfate de nickel en sulfure, dans une solution renfermant un excès d'acide et à chaud, rappelle le même phénomène déjà observé à froid, en liqueur neutre ou sensiblement neutre. Il y a donc tout lieu de supposer qu'il se passe, à 100° comme à 0°, une réaction du même genre.

» En effet, bien que la tension de dissociation du sulfhydrate de sulfure de nickel croisse avec la température, comme la tension du gaz sulfhydrique augmente également lorsque l'on chauffe sa dissolution, si cette tension de l'hydrogène sulfuré s'accroît plus rapidement que la tension de dissociation du sulfhydrate de sulfure, la précipitation du sulfure de nickel devra être favorisée par cette circonstance, à moins qu'un trop grand excès d'acide libre par rapport au sulfate en dissolution ne s'oppose à la formation du sulfure.

» Toutes les observations paraissent corroborer cette interprétation. Je me bornerai toutefois à citer l'expérience suivante.

» III. Si l'on prend une solution de sulfate neutre de nickel ($0^{gr},200$ dans 140^{cc} d'eau) saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, et si l'on y ajoute,

comme acide libre, cinq fois le poids de l'acide du sel employé (soit 0^{gr}, 516, SO^3), la quantité du sulfure formé, après avoir chauffé trois heures à 100°, est nulle. Mais la précipitation commence immédiatement à cette même température, si l'on brise un étui de verre glissé dans le matras avant de le fermer et contenant le sulfure provenant de 0^{gr},400 de sulfate neutre de nickel. En maintenant à nouveau à 100° pendant trois heures, la liqueur ne renferme plus, après ce temps, que 0^{gr},043 de sulfate de nickel; et cela par le seul fait de la diminution du rapport entre les poids d'acide et de métal qui sont en présence.

» De plus, si, dans cette expérience, on remplaçait le sulfure de nickel par un poids équivalent de sulfure de cuivre ou de sulfure de zinc, on retrouverait des résultats semblables à ceux déjà signalés, lorsque j'ai étudié leur action à froid. Le sulfure de cuivre agit comme celui de nickel, tandis que celui de zinc n'apporte aucun changement dans la liqueur.

» IV. Dans toutes ces expériences en vase clos, il est un fait sur lequel je n'ai pas encore appelé l'attention: c'est l'influence du rapport entre le volume de l'espace gazeux et le volume liquide.

» A la température ambiante, cette influence est négligeable, et je crois inutile d'insister sur ce point. Mais, si l'on opère à 100°, même quand le vase est plongé en totalité dans l'eau bouillante, il en est tout autrement. A cette température, où la solubilité du gaz sulfhydrique dans l'eau est bien moindre à 0°, l'état d'équilibre qui en résulte doit amener dans l'état de la liqueur des modifications, variables avec le rapport du volume de l'espace gazeux et du volume liquide, et d'autant plus importantes que ce rapport sera plus grand. Le gaz sulfhydrique tendant en effet à s'échapper de la solution dans l'espace libre, son dégagement sera d'autant plus considérable que cet espace sera lui-même plus grand, puisque la quantité d'hydrogène sulfuré qui reste en dissolution dépend de la pression que le gaz exerce à la surface du liquide. Dès lors, la solution étant moins saturée dans le cas où l'espace libre est relativement très grand, les conditions de précipitation du sulfure devront être fort différentes de ce qu'elles sont dans le cas où l'espace libre est petit par rapport au volume liquide; et c'est ce que l'expérience a permis de vérifier.

» En effet, lorsque le rapport du volume gazeux et du volume liquide est petit, si l'on chauffe graduellement la liqueur légèrement acide, on voit la réaction commencer simultanément dans toute la masse du liquide. Si, au contraire, le volume de l'espace libre est de beaucoup supérieur au vo-

lume liquide, la réaction est plus lente à s'établir, et elle commence toujours à la surface de séparation du liquide et de l'espace gazeux.

» Quant aux poids de sulfure formés au bout du même temps dans ces différentes conditions, ils sont d'autant plus élevés que l'espace libre est relativement plus petit. C'est ce qui ressort des résultats inscrits dans le Tableau suivant, en comparant les expériences 1 et 2, ou 3 et 4.

Nos d'ordre.	Temps de chauffe.	Volume de l'espace libre.	Volume du liquide.	$NiOSO^3$ employé.	Acide libre SO^3 en excès.	$NiOSO^3$ obtenu avec NiS précipité.
	h	vol	vol	gr	gr	gr
1........	4	6	1 = 140cc	1,100	0,567	1,731
2........	4	$\frac{1}{6}$	1	1,100	0,567	0,934
3........	4	$\frac{1}{6}$	1	0,200	0,103	0,199
4........	4	1	1	0,200	0,103	0,182
5........	7,30	6	1	1,100	0,567	0,992

» Toutes ces expériences ayant été faites dans des conditions comparables, puisque le poids de l'acide en excès est *toujours* égal à celui du sulfate employé, nous pouvons en conclure que :

» 1° Pour les solutions acides, comme pour les solutions neutres, lorsque le rapport des poids de l'acide et du métal reste constant, la précipitation du nickel est d'autant plus complète que la solution métallique est plus étendue ;

» 2° Quel que soit le rapport des deux volumes, gazeux et liquide, la précipitation augmente avec le temps, ainsi que je l'ai énoncé au commencement de la présente Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de la fermentation putride et sur les alcaloïdes qui en résultent.* Note de MM. **Arm. Gautier** et **A. Étard**, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons vu (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1357) que, dès que s'établit franchement la fermentation putride des albuminoïdes, la réaction devient alcaline, l'hydrogène disparaît et il se fait un dégagement d'abord rapide, puis lent, d'acide carbonique mêlé seulement d'un peu d'azote et de traces d'hydrogène sulfuré et phosphoré. En même temps nous avons constaté dans les liquides l'ammoniaque avec un peu de triméthylamine; les acides des séries grasse, bibasique et lactique, ainsi qu'une petite quantité d'acide oxalique, de tyrosine, phénol, scatol, indol, guanidine,

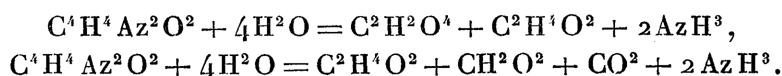
xanthine et d'alcalis organiques. Tous ces produits, en partie déjà vus, sont accompagnés au début d'une masse de glucoprotéines et de substance protéique soluble qui ne disparaissent que lentement. Tel est le phénomène dans son ensemble, avec toute son apparente complexité. Une seule considération toutefois suffit à l'expliquer jusque dans ses détails : la fermentation putride dissèque la molécule albuminoïde *en procédant par simple hydratation*, et mettant ainsi en évidence les noyaux multiples entrant dans la constitution de la molécule protéique complexe qui se désagrège.

» Comme dans l'hydratation des albuminoïdes par la baryte, si bien étudiée par M. Schützenberger, dès le début de la putréfaction, production facile et rapide d'ammoniaque et d'acide carbonique, accompagnés dans ce cas d'acide formique, acétique, butyrique et succinique, ces deux derniers très abondants; apparition corrélative de quantités relativement considérables d'hémiprotéines et de glucoprotéines, d'abord incristallisables et complexes, puis de leucines, d'un peu de tyrosine et des autres corps aromatiques ci-dessus indiqués. La molécule albuminoïde se dédouble donc, sous l'influence des bactéries, comme sous celle de l'eau aidée de la chaleur et des alcalis, en deux parties principales : l'une (A) relativement résistante, celle qui forme ce noyau auquel M. Schützenberger donne la formule générale $C^nH^{2n-4}Az^2O^2$, d'où dérivent les glucoprotéines et plus tard les leucines; l'autre (B) instable qui se dédouble dès les premiers jours : 1° en ammoniaque et acide carbonique, comme le ferait le nitrile uréique CH^2Az^2 :



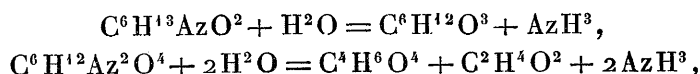
$$CH^2Az^2 + 2H^2O = CO^2 + 2AzH^2 ;$$

2° en ammoniaque, acides carbonique, formique, acétique et oxalique, comme le ferait le nitrile $C^4H^4Az^2O^2$,



$$C^4H^4Az^2O^2 + 4H^2O = C^2H^2O^4 + C^2H^4O^2 + 2AzH^3,$$
$$C^4H^4Az^2O^2 + 4H^2O = C^2H^4O^2 + CH^2O^2 + CO^2 + 2AzH^3.$$

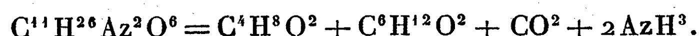
» La fermentation putride à l'abri de l'air est donc un mode puissant de dédoublement des albuminoïdes par hydratation, observation qui avait du reste déjà frappé Nencki. Mais, tandis que la baryte hydratée est inapte, même à 250°, à hydrater les amides formés : leucines, leucéines, etc., celles-ci s'hydratent ici à leur tour, d'après nos expériences, lentement transformées par les bactéries en sels ammoniacaux :



$$C^6H^{13}AzO^2 + H^2O = C^6H^{12}O^3 + AzH^3,$$
$$C^6H^{12}Az^2O^4 + 2H^2O = C^4H^6O^4 + C^2H^4O^2 + 2AzH^3,$$

et par l'hydratation d'un corps bien cristallisé, $C^{11}H^{26}Az^2O^6$, qui se pro-

duit abondamment dans la putréfaction de la chair de poisson :



$$C^{11}H^{26}Az^2O^6 = C^4H^8O^2 + C^6H^{12}O^2 + CO^2 + 2AzH^3.$$

Au bout de huit mois, nous n'avons plus trouvé que la cinquième partie de l'azote à l'état d'amides leuciques : le reste s'était hydraté suivant les réactions ci-dessus traduites. On peut, par l'éther, extraire en abondance l'acide succinique et ces divers acides de la liqueur putride acidulée par SO^4H^2.

» La putréfaction étant essentiellement un processus énergique d'hydratation des albuminoïdes, il faut que les corps aromatiques observés et les bases dont nous allons parler (autant de corps qui ne pourraient dériver des précédents que par *déshydratation*) préexistent, à l'état de noyaux, dans la molécule albuminoïde.

» Le mode d'extraction de ces corps basiques importants nous a longtemps retenus. Après bien des tâtonnements, dont quelques-uns ont été exposés au Dictionnaire de Wurtz (article *Putréfaction*), nous nous sommes arrêtés au procédé suivant :

» Les produits liquides de la fermentation du scombre séparés des huiles, acidulés d'acide sulfurique, ont été évaporés dans le vide; les acides volatils, l'indol, le phénol, etc., s'échappent. Le résidu, alcalinisé par la baryte, est filtré, puis agité avec le chloroforme qui dissout les bases. Pour les extraire, les produits de la distillation du chloroforme sont fractionnés et traités par une solution d'acide tartrique, qui laisse une résine brune se rattachant à nos bases. Les solutions tartriques sursaturées de potasse dégagent une vive odeur de carbylamines, et mettent en liberté les bases huileuses qui surnagent. Elles sont enlevées par l'éther et séchées dans le vide.

» Elles ont présenté tous les caractères de celles déjà entrevues par Selmi, ses élèves et nous-mêmes. Ce sont des liquides huileux, incolores, bleuissant le tournesol, saturant les acides forts, donnant avec les acides nitrique, chlorhydrique, le ferricyanure de potassium et les sels ferriques, les réactions des ptomaïnes; précipitant par le brome, l'iode, les phosphomolybdates, etc. Elles se résinifient assez rapidement; leurs chlorhydrates bien cristallisés en feuilles de fougères et en cristaux de neige sont neutres; leurs chloroplatinates sont peu solubles et cristallins. L'odeur de ces alcaloïdes est faible, mais tenace, et rappelle l'aubépine, l'hydrocollidine et une amylamine que nous avons obtenue de la distillation du corps cristallisé ci-dessus, répondant à la formule $C^{11}H^{26}Az^2O^6$, l'un des produits principaux de la putréfaction de la chair de poisson, corps qui revient à une glucoprotéine $+ 2H^2O$.

» La base provenant des premiers extraits chloroformiques répond à la formule d'une parvoline $C^9H^{13}Az$. Nous avons trouvé, pour son chloroplatinate, $C = 31,8$; $H = 4,0$; $Az = 5,1$; $Pt = 29,3$. La théorie, pour le chloroplatinate $(C^9H^{13}Az, HCl)^2PtCl^4$, veut : $C = 31,8$; $H = 4,1$; $Az = 4,1$; $Pt = 28,5$. Le chloroplatinate devient rapidement rose à l'air.

» L'alcaloïde provenant des derniers extraits chloroformiques fractionnés bout vers 210°. Sa densité à 0° est de 1,0296. Il donne un chlorhydrate en fines aiguilles, amer. Son chloroplatinate, jaune pâle, est cristallisé et peu soluble. Il se redissout à chaud et se prend en aiguilles recourbées. Le chloro-aurate est très instable. La base répond à la formule $C^8H^{13}Az$. Les analyses du chloroplatinate nous ont donné $C = 30,1$ et $29,9$; $H = 3,8$ et $3,7$; $Az = 5,4$; $Pt = 29,1$. Le calcul, pour $(C^8H^{13}AzHCl)^2PtCl^4$, exige $C = 29,3$; $H = 4,2$; $Az = 4,2$; $Pt = 29,7$. Ces nombres sont, il est vrai, peu satisfaisants, mais on doit observer que les faibles quantités d'une matière, accompagnée d'ailleurs d'un autre alcaloïde bouillant à une température plus élevée et se décomposant en ammoniaque et produits d'odeur phénolique, ne nous ont pas permis une purification complète. La formule $C^8H^{11}Az$ répondrait mieux à nos analyses; mais le point d'ébullition, l'odeur, la viscosité et les propriétés générales rapprochent si complètement cette base de l'hydrocollidine que MM. Cahours et Étard ont dérivée de la nicotine, que nous n'avons pu hésiter sur la composition de notre seconde ptomaïne, d'ailleurs isomérique avec celle de ces derniers auteurs.

» D'après les considérations ci-dessus, l'existence de l'indol et des bases pyridiques et hydropyridiques dans les produits dérivés des albuminoïdes par hydratation putréfactive oblige à admettre, pour plusieurs des radicaux de la molécule protéique, les liaisons de l'azote et du carbone qui caractérisent les séries homologues de C^5AzH^5 et C^5AzH^7. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'action décomposante que certaines matières organisées exercent sur l'eau oxygénée : à propos d'un Mémoire de MM.* Paul Bert *et* P. Regnard; par M. **A. Béchamp.**

« La Communication de MM. Paul Bert et P. Regnard [1] touche de si près aux recherches qui m'occupent depuis si longtemps, qu'il m'est impossible de ne pas prier l'Académie de me permettre de signaler les points

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1383.

par où le contact pourrait se produire. Citant un passage du récent Rapport de M. Dumas sur mon Mémoire relatif aux matières albuminoïdes, où il est question de la décomposition de l'eau oxygénée par la fibrine, les savants auteurs pensent que M. Dumas aurait dit sans restriction qu'aucune autre matière animale ne possède cette singulière action, et ils ajoutent que c'est là, bien évidemment, l'état de la science; que depuis plusieurs mois ils ont fait un certain nombre de recherches démontrant que d'autres substances animales peuvent agir comme la fibrine et que ces recherches concernant l'influence réciproque de l'eau oxygénée et des substances vivantes datent de 1880. Enfin, plus loin, MM. Bert et Regnard ajoutent : « Tout d'abord, nous avons constaté que la fibrine dissoute dans l'acide chlorhydrique avait perdu son action, qui restait tout entière dans le résidu, fait déjà signalé par M. Béchamp. »

» Je suis très heureux de cette comparaison, car là est l'originalité du fait que M. Dumas a eu la bonté de mettre en lumière. C'est ce fait nouveau que je voudrais dégager de ceux que MM. Bert et Regnard signalent dans leur travail. Et d'abord, c'est précisément en 1880 que j'ai fait devant la Commission académique la preuve que le pouvoir décomposant de la fibrine réside exclusivement dans la partie que l'acide chlorhydrique ne dissout pas; mais on comprend que le fait était découvert depuis bien plus longtemps. Je dirai plus loin à quelle occasion et à quel autre phénomène je l'ai rattaché : auparavant il est nécessaire de vider un point d'histoire de la Science.

» Dans l'intérêt de l'originalité de mes recherches, il est indispensable de faire remarquer que M. Dumas, en disant qu' « aucune autre matière » animale » ne possède la singulière propriété de la fibrine, ne l'a fait, partant de Thenard, qu'après avoir dit que « parmi les *matières organiques* » il en était une, la fibrine du sang, qui exerçait à un degré remarquable » cette influence décomposante sur l'eau oxygénée ». Dans ces termes, c'est là, vraiment, l'état de la Science. C'est que là où MM. Bert et Regnard parlent de *matières animales* tout court, M. Dumas avait d'abord dit *matière organique;* et nous allons voir que Thenard avait déjà, lui aussi, fait cette distinction. C'est pour cela qu'il n'est pas sans intérêt de reproduire ici un résumé de la question, emprunté à Thenard lui-même.

» Tous les chimistes savent avec quel soin il a étudié l'action des matières minérales, corps simples et combinaisons diverses sur l'eau oxygénée; il en a apporté tout autant à étudier celle des matières organiques et des

matières organisées, les distinguant très nettement les unes des autres. Voici comment il s'exprime ([1]) :

« Nous venons de voir que les matières végétales, du moins celles qui » ont été essayées (entre beaucoup d'autres, le sucre candi, l'amidon, la » gomme arabique, la fibre ligneuse), ne faisaient aucune effervescence » avec le bioxyde d'hydrogène ; il en est de même de presque toutes les » *matières animales isolées :* la *fibrine est peut-être la seule* qui fasse exception ; » mais il en est autrement des *organes* ou des *tissus organiques des animaux ;* » *tous opèrent la décomposition du bioxyde* à la manière de la plupart des » métaux et des oxydes métalliques... ; pendant la réaction, point d'azote » dégagé, point d'eau ni de gaz carbonique formés..., importants résultats » qui ne sauraient trop fixer l'attention des chimistes et des physiolo- » gistes. » Et l'illustre chimiste cite *les tissus des reins, des poumons, de la rate, du foie,* etc., parmi les matières animales capables de décomposer l'eau oxygénée. Dans cet ordre de faits Thenard n'a vraiment rien laissé à faire ; MM. Bert et Regnard ont brillamment confirmé la généralité de ses admirables observations et distinctions.

» Concluons donc que, si l'on voulait résumer l'état actuel de la Science sur ce point, on dirait que les principes immédiats de M. Chevreul, tant végétaux (fécule, gomme, cellulose) qu'animaux (matières animales isolées de Thenard, matières organiques de M. Dumas), ne dégagent pas l'oxygène du bioxyde d'hydrogène; bref, que les matières albuminoïdes, en tant que principes immédiats, *composés organiques purement chimiques,* et pures, sont sans action sur elle. Mais il en est autrement lorsque ces substances sont engagées, sous la forme organisée, dans les tissus tant animaux que végétaux; dans ce cas, il peut arriver (je dis : *il peut arriver,* car il y a des exceptions) qu'elles dégagent l'oxygène du bioxyde d'hydrogène. J'ajoute que c'est parce que Thenard, et tout le monde après lui, a considéré la fibrine comme un principe immédiat, que le fait lui a paru étrange de la voir agir comme un *tissu organique,* c'est-à-dire comme une substance organisée.

» Que me suis-je donc proposé en étudiant la fibrine au point de vue que M. Dumas a si bien fait ressortir? C'est, entre autres choses, de découvrir la cause pour laquelle elle agit, tandis que les *matières animales isolées* n'agissent pas sur l'eau oxygénée. Ceci demande une explication.

» La suite de mes études sur les microzymas des tissus animaux et végé-

---

([1]) THENARD, *Traité de Chimie élémentaire,* t. I, p. 528, 6e édit.; 1834.

taux et des ferments appela mon attention sur les granulations moléculaires du sang et sur la fibrine. Avec M. Estor, j'ai publié en 1869 [1] les résultats de nos observations. La fibrine, au lieu d'être un principe immédiat, nous apparut comme une membrane à microzymas. Elle se trouva, *malgré son insolubilité*, capable de fluidifier l'empois de fécule, tandis que ses microzymas évoluaient en bactéries.

» Naturellement, me souvenant des travaux de Thenard, je me suis demandé si la cause qui, dans la fibrine, fluidifie l'empois, ne serait pas représentée par les microzymas, et la même qui dégage l'oxygène du bioxyde d'hydrogène. L'événement a justifié l'hypothèse; la partie de la fibrine que l'acide chlorhydrique ne dissout pas, qui ne représente qu'une minime fraction de sa masse, est une substance finement granuleuse, des microzymas de moins de $\frac{1}{1000}$ de millimètre, qui, bien débarrassés de l'acide par un lavage soigné, fluidifient l'empois et décomposent l'eau oxygénée. Au contraire, la matière organique tenue en dissolution par l'acide, étant précipitée par l'ammoniaque et bien lavée, ne fluidifie pas l'empois et ne décompose pas l'eau oxygénée. Dès lors, la fibrine n'étant point un principe immédiat, *une matière animale isolée*, comme s'exprimait Thenard, il en résulte que l'illustre savant aurait pu formuler une loi ainsi conçue :

» *La matière organisée, les organes ou tissus organiques peuvent dégager l'oxygène du bioxyde d'hydrogène; les principes immédiats qu'on en isole ne possèdent pas cette propriété.*

» Et l'Académie admettra aisément, j'ose l'espérer, que je n'ai pas manqué de rechercher si la propriété découverte par Thenard aux organes ou tissus organiques n'est pas attribuable aux microzymas que j'en isole et dont j'ai déjà eu l'honneur de lui communiquer quelques études. Il en est vraiment ainsi, comme je le montrerai prochainement. Je ferai voir ensuite qu'on peut isoler du sang, sans que la fibrine se forme, ces granulations qui décomposent l'eau oxygénée, et que le sérum sanguin, de mieux en mieux privé de microzymas et de globules, devient de plus en plus sans action sur elle. Je montrerai enfin que les tissus végétaux qui sont capables d'opérer la même décomposition le doivent également à leurs microzymas, et, de plus, que la propriété de décomposer l'eau oxygénée n'est pas nécessairement corrélative à la propriété de ces microzymas de fluidifier l'empois ou d'agir comme ferment. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 713.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *De l'aptitude communiquée aux animaux à sang froid à contracter le charbon par l'élévation de leur température.* Note de M. **P. Gibier**, présentée par M. H. Bouley.

« La température qui semble la plus favorable à la bactéridie charbonneuse est celle des mammifères, c'est-à-dire une chaleur de +37° ou 38°.

» Les oiseaux, et notamment la poule, ayant une température plus élevée (42° environ), ne contractent pas, dans les conditions ordinaires, la maladie dont nous parlons.

» Cependant, M. Pasteur est parvenu, comme on le sait, à donner le charbon à la poule et à développer la bactéridie dans le sang de cet oiseau, en abaissant sa température par une immersion prolongée des pattes dans l'eau froide.

» Après avoir constaté qu'à la température ordinaire de l'eau les grenouilles ne paraissent pas se ressentir d'une injection sous-cutanée ou intrapéritonéale de liquides charbonneux, nous nous sommes posé la question de savoir si, en élevant leur température à 37° environ, la bactéridie charbonneuse trouverait chez ces animaux à sang froid, devenus ainsi momentanément des animaux à sang chaud, les conditions propres à son développement.

» Cette question nous croyons l'avoir résolue, au moins en partie, et nous sommes arrivé à donner le charbon à des grenouilles, en les obligeant à vivre dans de l'eau à la température de 35° à 37°.

» On ne réussit pas toujours, même dans ces conditions, à rendre charbonneuse une grenouille. Ainsi, sur vingt de ces animaux, nous avons obtenu cinq cas de charbon seulement. Les autres sont morts presque aussitôt après leur immersion dans l'eau chaude, ou seulement trois ou quatre jours après, sans présenter des bactéridies. Deux ont résisté complètement. On voit que, chez la grenouille ainsi que dans les autres espèces animales, il existe des variations individuelles.

» Nous possédons de nombreuses préparations de sang de grenouille et des coupes du foie où les bactéridies abondent. Elles sont remarquables par leur longueur, infiniment plus considérables que celles des cobayes qui nous ont servi à contrôler la nature des bâtonnets de la grenouille. Une goutte de sang prise dans le cœur de cette dernière et inoculée à un cobaye le tuait dans les quarante-huit heures.

» On peut attribuer la longueur des bactéridies charbonneuses de la grenouille à la lenteur de la circulation chez ce batracien. Le cours du sang, plus rapide chez les animaux à sang chaud, brise les bâtonnets ou bien empêche leur long développement.

» Quelques faits secondaires, mais importants néanmoins, méritent d'être notés au cours de cette expérience; nous les résumons brièvement :

» 1° Nous avons remarqué que les grenouilles où s'est développé le charbon jeûnaient depuis un temps plus ou moins long. Les grenouilles vigoureuses, nouvellement capturées, ont résisté ou sont mortes au bout de quelques jours, sans bactéridies et sans augmentation de volume du foie;

» 2° Les grenouilles que l'on plonge, sans transition, de l'eau froide dans l'eau chaude, aussitôt après l'inoculation, succombent plutôt au charbon que celles acclimatées tout d'abord;

» 3° Enfin un fait curieux, qui n'est peut-être qu'une simple coïncidence, c'est qu'aucune des grenouilles inoculées jadis *à froid* n'est morte à la suite d'une deuxième inoculation dans l'eau chaude. Doit-on considérer là un phénomène de vaccination?

» Nous nous proposons d'examiner à nouveau ces différents points.

» Qu'il nous soit permis, en terminant, de faire remarquer l'importance des expériences de M. Pasteur sur la poule, et des nôtres, que nous venons d'exposer; on peut conclure, d'après leurs résultats, que pour faire contracter une maladie infectieuse à un animal physiologiquement réfractaire, on doit rechercher, avant toute chose, les conditions pouvant conférer l'aptitude morbide à l'organisme sur lequel on expérimente. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le mécanisme de l'absorption des virus varie-t-il avec la nature des plaies? La nature des plaies influe-t-elle sur l'efficacité de l'intervention chirurgicale?* Note de M. **Rodet**, présentée par M. Bouley.

« On sait que M. Davaine, comparant les résultats qu'il a récemment obtenus avec ceux qu'ont autrefois observés MM. Renault et Colin dans des expériences sur la rapidité d'absorption des virus, attribue une grande influence à la nature des plaies, et qu'il croit que les inoculations à la lancette introduisent le virus dans les vaisseaux et permettent ainsi une absorption rapide par la circulation sanguine, le même effet ne se produi-

sant pas aussi facilement ou aussi généralement lorsque, dans une plaie plus étendue, la plupart des troncs vasculaires sont coupés.

» J'ai déjà combattu cette explication de M. Davaine dans ma Note du mois de mars. J'ai montré que mes inoculations, pratiquées par piqûre dermique à la lancette, m'avaient donné le même résultat que les siennes, effectuées par dépôt de matière charbonneuse sur de larges plaies par excision.

» Une nouvelle expérience, exécutée sous la direction de M. le professeur Chauveau, au laboratoire de Médecine expérimentale de la Faculté de Lyon, me permet d'affirmer davantage la propagation par les voies lymphatiques comme mécanisme général d'absorption des virus, quelle que soit la nature de la plaie.

» Ayant inoculé de la matière charbonneuse très active au bout de l'oreille à douze lapins, je coupai cet organe après un quart d'heure: chez les quatre premiers (série I), à $0^m,01$ seulement du point d'inoculation, à $0^m,03$ chez les quatre suivants (série II), et à la base chez les quatre derniers (série III).

» Huit moururent : tous ceux de la série I, trois de la série II et un de la série III.

» Chez six lapins, on constata à l'autopsie, à des degrés variés, les lésions suivantes du côté de l'inoculation :

» 1° De l'œdème, énorme chez les uns, moins marqué chez d'autres, parfois limité à la base de l'oreille ou bien s'étendant à toute la hauteur du cou;

» 2° La tuméfaction des ganglions de la région, tantôt un seul ganglion très volumineux, œdémateux et ecchymosé à la base de l'oreille, tantôt un certain nombre échelonnés le long des vaisseaux du cou et tuméfiés à des degrés divers;

» 3° Enfin, une abondante quantité de bactéridies, constatée au microscope, dans ces ganglions malades, permettant d'affirmer qu'elles étaient autochthones.

» Chez le lapin n° 7, ces lésions étaient bien moindres, pas d'œdème, pas de gros ganglion à la base de l'oreille; mais, plus profondément, à la base du cou, du côté inoculé, un ganglion un peu tuméfié et riche en bactéridies.

» Chez le lapin n° 8, on ne trouva pas trace de ces lésions.

» Six lapins sur huit morts ont donc été infectés par les voies lymphatiques; chez le n° 7, il y a eu aussi un travail lymphatique local; mais

peut-être l'infection a-t-elle été mixte, et par les lymphatiques et par les vaisseaux sanguins; chez le n° 8, c'est exclusivement par la circulation sanguine qu'a dû se faire l'absorption.

» Si chaque série n'a pas fourni la même proportion de morts, cela tient aux différences dans la hauteur de la section; car, si au bout d'un quart d'heure la propagation s'est faite jusqu'au milieu de l'oreille, on arrêtera l'infection en coupant l'oreille à sa base, on ne l'a rrêtera pas en pratiquant la section à $0^m,01$ de la plaie.

» Les expériences de M. Davaine ont, il est vrai, donné une faible proportion de morts, quoique la destruction de la partie eût été faite par la cautérisation, bien comparable dans ses effets à une section rapprochée du point d'inoculation. Aussi faut-il reconnaître que la nature de la plaie a eu de l'influence, mais seulement sur la rapidité de la propagation, et nullement sur le mécanisme de l'absoption.

» L'infection s'est faite par les voies lymphatiques dans mes expériences comme dans les siennes, avec des plaies par inoculation à la lancette comme avec de larges plaies par excision. Si ces dernières sont défavorables à une absorption rapide, ce n'est pas par le trouble qu'elles apportent à la circulation sanguine locale, c'est par celui de la circulation lymphatique.

» L'absorption exclusive par les vaisseaux sanguins est donc très rare, même dans les plaies où l'on penserait *a priori* qu'elle doit être facile.

» L'absorption mixte, à la fois par les voies sanguines et lymphatiques, existe, mais est relativement rare.

» La pénétration se fait par les vaisseaux lymphatiques dans la très grande majorité des cas.

» Ces conclusions me paraissent être un puissant encouragement pour la pratique. Si l'on n'a guère à craindre la terrible rapidité d'infection qui résulterait d'un transport par la circulation sanguine, et si, presque toujours, le virus doit suivre lentement les voies lymphatiques, on est autorisé à beaucoup compter sur l'intervention chirurgicale, quelle que soit la nature de la plaie, même plusieurs heures après une inoculation. »

GÉOLOGIE. — *Sur les alluvions sous-basaltiques des Coirons (Ardèche).* Note de M. A. TORCAPEL, présentée par M. Gaudry.

« Dans une précédente Note [1], j'ai fait connaître un gisement de mammifères dont l'étude conduit à placer dans la période miocène l'éruption de la puissante calotte basaltique du plateau des Coirons.

» En s'épanchant à la surface du sol tertiaire, les matières volcaniques ont, en outre, recouvert des alluvions fluviatiles qui ont ainsi échappé aux érosions, et qu'on peut suivre, sous le basalte, tout le long du bord méridional du plateau.

» Ces alluvions, qui datent, par conséquent, elles-mêmes de l'époque miocène, consistent en couches superposées de sable fin siliceux et de cailloux roulés, parmi lesquels on reconnaît, au premier coup d'œil, le quartz blanc, le gneiss, le leptynite et le granite des Cévennes, avec quelques galets de basalte et des fragments des marnes néocomiennes sous-jacentes. On n'y voit aucune roche étrangère à la chaîne des Cévennes. Ces dépôts se trouvent à Mirabel, à l'extrémité occidentale du plateau, à l'altitude de 520^{m}, et à l'autre extrémité, vers Rochemure, à 480^{m} environ au-dessus du niveau de la mer. Ils suivent, entre ces deux points, une ligne d'affleurements très régulière, et nous offrent ainsi la trace incontestable, le lit fossile, pour ainsi dire, d'un cours d'eau qui, venant des Cévennes, coulait de l'Ouest à l'Est, et se jetait vraisemblablement dans la mer de la mollasse. Le volume médiocre des galets indique, d'ailleurs, que ce cours d'eau avait un régime régulier et beaucoup moins torrentiel que l'Ardèche actuelle.

» Depuis le moment où se déposaient ces alluvions, le relief de la contrée a subi une transformation complète. La vallée que parcourait cette rivière n'existe plus. Elle a fait place à des escarpements qui dominent le pays environnant, et les alluvions des temps miocènes se trouvent aujourd'hui suspendues à 300^{m} et 400^{m} au-dessus de nos vallées. Celles-ci suivent des directions tout autres, et ne sont plus sillonnées que par des torrents dont l'origine est dans le massif même du plateau, et qui ne charrient que des marnes, des calcaires et des blocs de basalte. Les alluvions granitiques

---

[1] *Sur un gisement de mammifères tertiaires à Aubignas (Ardèche).* (*Comptes rendus*, séance du 22 mai 1882.)

fournies par les cours d'eau descendant des Cévennes sont actuellement, dans cette région, toutes recueillies par l'Ardèche qui, coulant vers le Sud à partir d'Aubenas, les entraîne dans le Rhône, à 30^{km} plus bas.

» Cependant il est facile de reconnaître, grâce aux nombreux ravinements qui entament le plateau, qu'aucune dislocation ne s'est produite dans la contrée depuis l'éruption du basalte. Le plan de séparation de la nappe volcanique et du terrain sous-jacent offre de toutes parts une continuité des plus remarquables, et les couches géologiques qui constituent le substratum ont elles-mêmes, de chaque côté du plateau, une inclinaison très régulière. Les modifications survenues dans le relief de la contrée ne sauraient donc être attribuées qu'à l'érosion générale qui a abaissé le sol environnant le plateau, tandis que celui-ci, protégé par la résistance de la calotte basaltique, restait en relief.

» Il est ainsi établi que, à l'époque miocène, les rivières coulaient à une altitude bien supérieure à celle où nous les voyons.

» Le retrait de la mollasse eut pour conséquence d'augmenter la pente et l'action érosive des cours d'eau et c'est pendant ce retrait que se creusèrent les vallées actuelles. Nous savons en effet maintenant, au moins pour ce qui concerne la vallée du Rhône, de Lyon à la mer, que ce creusement était terminé dans les parties basses des cours d'eau dès le commencement de la période pliocène. Les marnes subapennines à *Cerithium vulgatum*, qu'on est d'accord pour rapporter à cette époque, remplissent partout, non seulement le fond de la vallée, mais aussi les vallées latérales, jusqu'à une assez grande distance de leur confluent, et l'on constate leur présence non seulement dans les vallées secondaires, mais jusque dans les moindres ravins latéraux. On peut donc dire que la configuration des rives du Rhône était, dès cette époque, sensiblement telle que nous la voyons aujourd'hui.

» Le creusement des vallées actuelles n'est donc pas, comme on l'admet généralement, un phénomène se rattachant spécialement à la période quaternaire. Il a commencé dès l'époque miocène, et il a, dès cette époque, imprimé leurs traits définitifs aux parties basses des vallées. Il s'est ensuite poursuivi pendant le pliocène et le quaternaire, et se continue encore de nos jours dans les contrées montagneuses et partout où s'exerce l'action érosive des cours d'eau. »

HYDROLOGIE. — *Abaissement probable des eaux courantes dans le bassin de la Seine pendant l'été et l'automne de* 1882. Note de MM. **G. Lemoine** et **A. de Préaudeau.**

« Les observations faites sur la pluie et sur les cours d'eau dans le bassin de la Seine montrent que la saison froide 1881-1882 a été très sèche.

» On sait que, dans un bassin où dominent les terrains perméables, les pluies des mois chauds ne profitent presque pas aux cours d'eau, à cause de l'évaporation qui en enlève la plus grande partie; dans le bassin de la Seine, lorsque les sources sont arrivées à de bas débits à la fin de mai, elles ne se relèvent que très exceptionnellement pendant les mois chauds. La quantité d'eau tombée dans la saison froide, du 1er novembre au 30 avril, permet donc de prévoir la tenue moyenne des eaux courantes pendant la saison chaude suivante.

» Telle est la base des prévisions faites par MM. Belgrand et Lemoine en 1870 et en 1874. Appliquons cette méthode à la situation actuelle.

» I. La *hauteur de pluie* tombée du 1er novembre 1881 au 30 avril 1882, dans le bassin de la Seine, a été remarquablement faible, excepté dans le voisinage de la mer; pour la plupart des stations, elle représente moins des deux tiers de la hauteur de pluie moyenne, proportion égale ou peu supérieure à celle de 1874. Le mois de mai aurait pu, s'il avait été très pluvieux, produire une certaine compensation; il n'en a pas été ainsi en 1882, car dans la plupart des stations le total des pluies a encore été très inférieur à la moyenne.

Pluies de la saison froide, du 1er novembre au 30 avril (en millimètres).

	Moyenne 1859-75.	1857-58.	1869-70.	1873-74.	1881-82.	Rapport à la moyenne 1873-74.	Rapport à la moyenne 1881-82.
Montbard (Côte-d'Or)......	322 mm	233 mm	216 mm	193 mm	146 mm	0,60	0,45
Châtillon-s.-Seine (Côte-d'Or).	325	»	247	192	198	0,59	0,61
Vassy (Haute-Marne).......	402	»	302	251	233	0,62	0,58
Paris (La Villette)..........	229	»	183	137	168	0,60	0,73

» II. Sur la Seine, à Paris, *aucune crue* ne s'est produite pendant la der-

nière saison froide. A l'échelle du pont d'Austerlitz, la plus haute cote observée depuis l'automne de 1881 n'a pas dépassé $0^m,90$, le 5 mars 1882; c'est un fait extraordinaire, car depuis 1732 le maximum de la saison froide n'avait *jamais* été inférieur à 1^m (¹) : il provient de ce que les pluies ont été non seulement très peu abondantes, mais encore très disséminées.

» La moyenne des hauteurs quotidiennes des saisons froides de la période décennale 1871-80 a été de $1^m,74$; la moyenne correspondante en 1881-82 n'est que de $0^m,32$; ce chiffre est très inférieur à celui des années les plus sèches depuis 1732.

	1749-50.	1857-58.	1869-70.	1873-74.	1881-82.
Hauteur moyenne des eaux du 1er novembre au 30 avril, à l'échelle du pont d'Austerlitz.	$0^m,61$	$0^m,43$	$0^m,85$	$0^m,61$	$0^m,32$

» III. Les *sources* grossissent ordinairement en hiver et ont leur maximum vers la fin de mars; cette année, les sources de la Vanne n'ont presque rien gagné pendant l'hiver. On peut s'étonner que, malgré la sécheresse, elles aient même maintenu leur débit initial; mais les sources ne subissent pas seulement l'action des pluies de la saison froide; leurs débits dépendent aussi de leur alimentation antérieure. Or, en 1881, malgré les grandes chaleurs de l'été, il n'y avait pas eu de sécheresse à signaler : les pluies de la saison froide 1880-81 avaient été généralement supérieures à la moyenne et celles de la saison chaude peu inférieures.

Source de Cérilly, l'une des sources de la Vanne (litres par seconde).

(Le régime n'a pas été modifié depuis 1869.)

	1870.	1871.	1873.	1874.	1875.	1876.	1879.	1880.	1881.	1882.
Mars....	175	»	303	126	173	256	311	240	269	135
Mai.....	126	188	301	114	127	300	281	209	271	142
Juillet...	129	193	259	105	105	213	259	182	213	»
Octobre..	101	93	155	72	97	132	237	140	143	»

(¹) L'année 1776 seule manque dans les anciennes observations qui se faisaient à l'échelle du pont de la Tournelle : toutes les cotes de 1732 à 1858 ont été ramenées à l'échelle du pont d'Austerlitz, au moyen d'une correction de $0^m,14$ ajoutée aux observations de la Tournelle.

Ensemble des sources de la Vanne (*litres par seconde*).

(Ces débits ne doivent pas être comparés à ceux des années antérieures, à cause des travaux de captage qui ont augmenté le produit de certaines sources depuis 1878.)

	Mars.	Mai.	Juillet.	Octobre.
1880	1437	1278	1198	1069
1881	1783	1620	1362	1115
1882	1206	1191	»	»

» Les sources du Hâvre sont en décroissance depuis le mois d'octobre 1881 et ont perdu le cinquième de leur débit, tout en ne descendant pas au-dessous de la moyenne (311^{lit} par seconde en avril au lieu de 300).

» Dans les calcaires oolithiques de la Côte-d'Or, la Laignes supérieure, qui se perd chaque année, à des distances variables suivant la sécheresse, au-dessus du village de Villaines, cessait dès le 3 juin de couler à 500^{m} en amont; c'est le point où ses eaux s'arrêtaient déjà au mois d'octobre dernier. Dans la craie blanche, la source supérieure de la Somme (département de la Marne) commence à tarir.

» Pendant l'hiver même la navigation a souffert du manque d'eau : au canal de Bourgogne, elle est devenue intermittente dès le mois de décembre; au canal de Briare, elle n'est maintenue qu'au moyen d'une alimentation exceptionnelle obtenue par des machines élévatoires.

» IV. *En résumé,* la dernière saison froide a été caractérisée par la continuité tout à fait extraordinaire des basses eaux; l'état actuel indique qu'on doit prévoir de bas débits pour l'automne prochain. Cependant, en comparant le produit des sources avec celui des mois correspondants des années d'extrême sécheresse, 1870 et 1874, on reconnaît que, par suite des circonstances antérieures, elles sont un peu mieux alimentées; en conséquence, leur abaissement ne paraît pas devoir être aussi exceptionnel qu'en 1870 et 1874.

» Il serait encore possible que la baisse des eaux courantes fût ralentie, si des pluies d'été très intenses et continues venaient à se produire; mais c'est une éventualité très peu probable et qui exposerait l'agriculture à des souffrances bien plus graves que celles qui peuvent résulter de la sécheresse. »

M. Carré fait connaître un avertisseur électrique d'incendie. (Extrait.)

« Mon avertisseur est essentiellement formé d'un fil de fer tendu par un

ressort qui agit constamment et qui, lorsque ce fil s'allonge par suite d'une élévation déterminée de température, ferme un circuit électrique dans lequel se trouve une sonnerie.... La Communication s'établit instantanément par la rupture aussi bien que par la dilatation du fil. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.



COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUIN 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve la nomination de M. *Schlœsing* à la place devenue vacante, dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de M. *Decaisne*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Schlœsing prend place parmi ses confrères.

PHYSIQUE. — *Sur le courant de réaction de l'arc électrique;* par MM. **Jamin** et **G. Maneuvrier**.

« Les deux courants de sens alternativement contraires que donne la machine auto-excitatrice de Gramme sont absolument égaux; par conséquent, ils ne décomposent pas l'eau, et une boussole de tangentes intercalée dans le circuit n'éprouve aucune déviation, puisque les effets contraires qui se succèdent à des intervalles très rapprochés se détruisent.

» Cette destruction des effets se maintient quand on met dans le circuit

un ou plusieurs brûleurs, pourvu que les deux charbons soient égaux, identiquement disposés et qu'ils s'échauffent également.

» Si l'on introduit 8 ou 10 éléments de Bunsen dans le circuit total, ils donnent à la boussole, quand la machine est au repos, une déviation δ, et, si elle fonctionne, une déviation δ' absolument égale à δ.

	δ.	δ'.
Première expérience..........	32	33
Deuxième expérience..........	38	38,45
Troisième expérience..........	33	34,10

» Cette égalité prouve que la résistance des fils de la machine pour un courant venu d'une source extérieure ne change pas si cette machine est en repos ou en mouvement; elle prouve, en outre, que les deux effets de la machine et de la pile se superposent et sont indépendants.

» Supprimons maintenant la pile, mais allumons dans le circuit un brûleur formé de deux charbons inégaux, l'un gros ($0^m,004$), l'autre plus mince ($0^m,002$); cette dissymétrie suffit pour déterminer une déviation permanente de la boussole, comme si l'on avait intercalé une pile. Les deux systèmes de courants inverses donnés par la machine cessent donc d'être égaux; celui qui est dirigé du gros charbon vers le petit, de la partie la moins chaude à celle qui l'est davantage, l'emporte sur le système de direction contraire : il en résulte un courant différentiel qui est accusé par la boussole et qui est d'autant plus intense que la différence de grosseur des deux charbons est plus accentuée; il atteint son maximum entre une grande masse de charbon de cornue qui s'échauffe peu et un crayon terminé en pointe fine qui atteint la température la plus élevée. Le même phénomène se réalise, et dans le même sens, quand on produit un arc entre une masse d'un métal quelconque et une pointe de charbon. Comme il est difficile de maintenir la constance de l'arc, l'intensité du courant différentiel est assez variable; les résultats suivants ne doivent être considérés que comme une première approximation.

Plomb.	Fer.	Charbon.	Cuivre.	Mercure.
29°	30°	31°	60°	70°

» En général, le courant différentiel est faible ou nul quand l'arc est peu étendu, il augmente avec la distance des électrodes. Pour le zinc, il est d'abord aussi intense qu'avec le cuivre, mais il baisse tout à coup, probablement à cause de l'oxyde dont le métal ne tarde pas à se couvrir.

» Cette déviation dépend de deux choses : 1° de la force électromotrice

moyenne du courant différentiel; 2° de la résistance introduite dans le courant par l'arc formé. On peut aisément comparer dans les divers cas cette force et cette résistance de la manière suivante :

» On introduit dans le circuit total une pile de n couples, de force électromotrice nA. Suivant qu'elle agit dans le sens du courant différentiel ou dans le sens contraire, on a

$$i = \frac{x + n\text{A}}{\text{R}}, \quad i' = \frac{x - n\text{A}}{\text{R}},$$

Quand x est plus grand que nA, les deux déviations ont le même signe et l'on trouve

$$\frac{i}{i'} = k = \frac{x + n\text{A}}{x - n\text{A}}, \quad x = n\text{A}\frac{k+1}{k-1};$$

si, au contraire, x est plus petit que nA, les deux déviations sont de signe contraire :

$$\frac{i}{-i'} = k = \frac{x + n\text{A}}{n\text{A} - x}, \quad x = n\text{A}\frac{k-1}{k+1}.$$

» Je me servais d'éléments Bunsen neufs et bien amalgamés; l'expérience, peu susceptible de grande précision, à cause des variations de l'arc, a donné les valeurs suivantes de la force électromotrice x du courant différentiel évalué en éléments Bunsen :

Plomb.	Fer.	Charbon.	Cuivre.	Zinc 1.	Zinc 2.	Mercure.
2,5	3,2	5,0	50,6	66,2	5,7	103,7

Les trois premières substances sont à peu près égales, les trois dernières sont très actives. Le cuivre équivaut à 50 bunsens, le zinc à 66 au commencement de l'action et se réduit à 5. Quant au mercure, il offre une valeur bien constante et énorme; le courant différentiel a une force électromotrice moyenne équivalente à 103,7 bunsens. Les mêmes déterminations conduisent à une appréciation de la résistance introduite. On a, en effet,

$$i - i' = \frac{2n\text{A}}{\text{R}}, \quad \text{R} = \frac{2n\text{A}}{i - i'}.$$

R est en raison inverse de $i - i'$.

» Or la résistance totale R se composait : 1° de celle des fils de la machine; 2° de celle de la pile; 3° de celle de l'arc électrique. Cette dernière seule est variable et augmente ou diminue la valeur de R : elle sera donc d'autant

plus grande que $i - i'$ sera plus petit. Voici les valeurs calculées de $i - i'$:

Charbon.	Fer.	Plomb.	Cuivre.	Mercure.	Zinc 1.	Zinc 2.
0,406	0,307	0,283	1,41	0,89	1,02	0,56

» Il résulterait de ces nombres que le charbon, le fer et le plomb offriraient la plus grande résistance, le cuivre et le mercure ayant la plus faible.

» On ne peut expliquer le courant différentiel que de deux manières, ou par une différence dans la résistance, ou bien par une inégalité dans les réactions inverses de l'arc dans l'un ou dans l'autre sens.

» Pour savoir si la résistance de l'arc change avec le sens, j'ai fait passer un courant continu, d'abord du charbon au mercure, ensuite du mercure au charbon. Une boussole, placée en dérivation, mesurait l'intensité dans les deux cas. Je n'ai pu mesurer aucune différence appréciable. Mais ces expériences ont présenté une particularité remarquable : quand le courant passait du mercure au charbon, l'arc avait une couleur verte très prononcée et la volatilisation du métal se faisait avec vivacité; dans le cas contraire, l'arc était rougeâtre et il y avait une moins abondante production de vapeurs. Cela rend évidente la dissymétrie qui existe dans les deux cas. Or, quand on dirige à travers ce brûleur les courants alternatifs de la machine Gramme, l'arc est vert, ce qui prouve qu'il y a prédominance du courant qui va du mercure au charbon sur le courant qui va dans le sens opposé; et, puisqu'il n'y a pas de différence dans la résistance de l'arc, c'est dans une propriété particulière des courants alternatifs qu'il faut chercher la raison du courant différentiel.

» Chacun des deux systèmes de courants emmagasine, au moment où il commence, une certaine somme d'énergie qui devient libre quand il cesse et se traduit par un courant contraire, ou, comme le dit M. Edlund, par une force électromotrice inverse. Ainsi un premier courant →, tout d'abord très faible, s'accroît peu à peu, et, lorsqu'il cesse, donne naissance à une réaction inverse ←, qui s'ajoute au courant ← que la machine développe au même moment. Si donc un des systèmes de courant → offre une réaction plus faible que le système contraire ←, il sera moins affaibli et plus renforcé, et il déterminera le sens du courant différentiel.

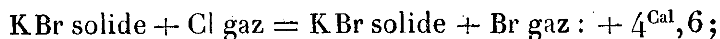
» Quelle que soit l'explication de ces faits, il est clair qu'une fois produit par un arc au mercure, le courant différentiel change entièrement le jeu de la machine, que l'un des systèmes de courants est sinon éteint, du moins considérablement affaibli, et que l'autre système est constitué par des

courants successifs d'une intensité et d'une durée plus grandes. Aussi tout arc électrique introduit en sus offre le même aspect que celui des piles, c'est-à-dire un éclat et une chaleur plus grands au pôle positif avec transport de matière vers le pôle négatif. La machine, qui, précédemment, était incapable de décomposer l'eau, devient capable de le faire comme une pile dont la force électromotrice serait égale à 100 couples de Bunsen; elle peut, comme les piles, déterminer toutes les actions chimiques que l'on voudra, aimanter le fer doux, réduire les métaux, transporter la force, remplacer en un mot une machine à courants continus dans ses applications.

» Il y a deux types de machines magnéto-électriques : les unes, qui dérivent du système Gramme, peuvent donner directement des courants de sens constant; les autres, comme celle de Nollet ou de Méritens, ne peuvent engendrer que des courants alternatifs; elles ne sont applicables qu'à la production de la lumière; on a vainement essayé de les employer aux travaux chimiques, en redressant les courants par un commutateur. On voit que ce commutateur pourrait être remplacé automatiquement par un ou plusieurs arcs formés entre un bain de mercure et une pointe de charbon [1]. Il reste à savoir quelles seraient les conditions économiques de cette transformation. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les déplacements réciproques des corps halogènes et sur les composés secondaires qui y président*; par M. **Berthelot**.

« Le déplacement du brome par le chlore dans les sels haloïdes a été l'origine de la découverte de cet élément par Balard : c'est un fait général et partout enseigné. Ce déplacement a lieu avec un dégagement de chaleur notable, tel que le montrent les chiffres suivants, relatifs à la température ordinaire :



$$\mathrm{KBr\ solide} + \mathrm{Cl\ gaz} = \mathrm{KBr\ solide} + \mathrm{Br\ gaz} : +4^{\mathrm{Cal}},6;$$

avec BaBr : $+6^{\mathrm{Cal}},8$; avec AgBr : $+1^{\mathrm{Cal}},5$ seulement. Toutes ces réactions s'opèrent donc conformément aux principes thermochimiques. Elles représentent le phénomène fondamental et elles avaient même été regardées comme totales jusqu'à ces derniers temps. Cependant un savant russe, M. Potilitzine, a publié récemment des expériences qui tendent à établir que

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de la Sorbonne, avec l'aide de mon collaborateur et élève M. G. Maneuvrier.

les réactions inverses se produisent également, dans une mesure faible à la vérité, lorsqu'on opère à équivalents égaux, mais plus considérables en présence d'un grand excès de brome. Ceci m'a engagé à répéter les expériences et à en préciser davantage les conditions thermochimiques; j'ai découvert ainsi les intermédiaires véritables et méconnus jusqu'à présent de ces réactions inverses, lesquels sont les perbromures métalliques, le chlorure de brome et les chlorobromures métalliques : composés secondaires dont la chaleur de formation et la dissociation expliquent tous les phénomènes.

» Voici mes observations : j'examinerai d'abord les réactions du brome sur les chlorures, dans des conditions diverses et précisées avec le plus grand détail, puis je parlerai des composés secondaires, et je montrerai l'application de données précédentes à l'interprétation des réactions.

I. — Action du brome sur les chlorures.

» 1° *Chlorure de potassium*. — (1) $0^{gr},934$ de KCl pur, sec, finement pulvérisé, ont été placés dans une nacelle de porcelaine; on a versé sur le sel 1^{gr} de brome pur et sec, soit KCl + Br sensiblement; on a glissé la nacelle dans une éprouvette bouchée à l'émeri, et on a abandonné le tout à la *température ordinaire* pendant cinq jours. Au bout de ce temps, on a repris la nacelle et on a évaporé le brome sous l'influence d'une chaleur modérée; on a retrouvé 0,9365. Ce sel a été alors chauffé dans un courant lent de chlore, vers le rouge sombre, pendant un temps suffisant et assez long : ce qui a ramené le poids à 0,9344.

» (2) Je rappellerai ici que, dans une expérience faite il y a deux ans, $0^{gr},911$ de KCl *chauffés* pendant un quart d'heure dans la vapeur de brome ($1^{éq}$ environ) n'ont pas changé de poids, et que 1,215 d'un sel d'argent, provenant d'un échantillon de chlorure de potassium qui avait été traité de même par la vapeur de brome à chaud, se sont réduits seulement à 1,213 sous l'influence du chlore.

» Ces chiffres indiquent que le brome *pur*, agissant à équivalents égaux sur le chlorure de potassium *sec*, ne produit qu'un déplacement insensible : je dirais même nul, s'il était permis de négliger les variations de poids de $0^{gr},0025$ et $0^{gr},002$ signalées plus haut, et surtout si les expériences suivantes n'indiquaient l'existence d'une certaine réaction.

» (3) $1^{gr},0382$ de KCl en poudre fine, placés dans une nacelle, ont été imbibés avec $3^{gr},2$ de brome et maintenus ainsi *à froid*, pendant cinq jours.

On a chassé ensuite le brome à une douce chaleur, et on a retrouvé 1,0386. Ce sel, traité par le chlore au rouge sombre, s'est réduit à 1,0370.

» L'action à froid est donc presque insensible pour KCl + 3Br.

» (4) J'ai répété l'essai de la façon suivante : la nacelle renfermant le sel était placée au milieu d'un long tube horizontal et chauffée vers le rouge sombre, tandis qu'on faisait circuler à sa surface, par des distillations alternatives et lentes, le brome contenu dans deux récipients de verre, ajustés à l'émeri aux deux extrémités du tube : l'un des récipients était chauffé, l'autre refroidi.

Soit $0^{gr},5890$ KCl + 12^{gr} Br (KCl + 19 Br), une heure et un quart de chauffage, quatre distillations. Le poids du sel a été porté ainsi à 0,6084; ce qui fait une augmentation de 3 pour 100, soit 5,5 pour 100 de chlorure décomposé.

» Comme contrôle, le chlorobromure de potassium ainsi formé a été chauffé dans un courant de chlore sec; mais, circonstance remarquable, la réaction inverse ne devient pas immédiatement totale. Après une heure et demie, vers 400°, on a retrouvé : 0,6041; après trois heures, 0,5959; après six heures, 0,5898. Ce dernier sel, changé en AgCl, en a fourni 1,1386; ce qui répond à 0,590 de KCl, au lieu de 0,589. Le dernier sel n'avait donc éprouvé, pendant cette suite d'opérations, ni perte par volatilisation, ni gain appréciable [1]. La lenteur avec laquelle le chlore déplace les dernières traces de brome mérite d'être notée.

» (5) $0^{gr},584$ KCl + 12^{gr} Br. — On opère de même, mais en chauffant plus fort, en prolongeant davantage l'expérience, soit quatre heures et neuf distillations. On a trouvé ensuite 0,6114; ce qui fait 7,8 pour 100 de KCl décomposé. Ce chlorobromure alcalin a fourni 1,148 de chlorobromure d'argent (calcul : 1,150).

» Ainsi le brome attaque le chlorure de potassium en développant une réaction inverse, presque insensible à la vérité à équivalents égaux, mais qui devient manifeste en présence d'un grand excès de brome; surtout si l'on entraîne les produits (chlorure de brome) par volatilité. Les chiffres que j'ai obtenus avec le brome *pur* et les sels *secs* sont d'ailleurs bien plus faibles que les valeurs données par M. Potilitzine pour le chlorure de potassium (9,8 centièmes, à équivalents égaux; 30,7 avec 16 Br). Nos résultats sont plus rapprochés pour les bromures de baryum et d'argent.

---

[1] Sauf un gain de 0,001, dû peut-être à l'action du chlore sur la porcelaine. En effet, la nacelle perd toujours quelque chose : par exemple, 0,0007 dans l'essai (5).

» 2° *Chlorure de baryum.* $0^{gr},7536$ BaCl + 12^{gr} Br(BaCl + 21 Br). — Après quatre heures d'action vers le rouge sombre et huit distillations : 0,8289, soit 23,2 centièmes substitués; ce qui a été vérifié en transformant le mélange en sels d'argent.

» 3° *Chlorure d'argent* (sec, mais non fondu). — (1) $0^{gr},8061$ AgCl + $0^{gr},9$ Br (AgCl + 2Br environ) dans une nacelle de porcelaine, *à froid*, pendant cinq jours; on chasse l'excès de brome à une douce chaleur. Le poids est alors 0,8140. Après traitement par le chlore au rouge sombre, + 0,8051. Substitution : 4 pour 100.

» (2) $0^{gr},764$ AgCl + $3^{gr},0$ Br(AgCl + 7Br) *à froid*, cinq jours. — On trouve ensuite 0,7779. Le chlore, au rouge sombre, reproduit 0,764. Substitution : 7,2 pour 100.

» (3) $1^{gr},0196$ AgCl + 12^{gr} Br(AgCl + 21Br) *au rouge sombre*, trois heures, six distillations. — On trouve ensuite 1,2696; ce qui fait un accroissement de poids de 24,55 pour 100 et une décomposition s'élevant aux 97 centièmes.

» Ainsi la substitution inverse, minime avec le chlorure de potassium, même en présence d'un grand excès de brome, est plus marquée avec le chlorure de baryum et davantage encore avec le chlorure d'argent. Ces faits sont d'accord, comme on va le montrer avec les prévisions tirées de l'existence et de la grandeur relative des chaleurs de formation des composés secondaires.

II. — Composés secondaires.

» 1° *Chlorure de brome*, BrCl, produit commun qui se forme avec tous les chlorures traités par un excès de brome. Or Br gaz + Cl gaz = BrCl liquide, dégage $+4^{Cal},6$; ce chiffre répond à la fraction combinée, laquelle serait à peu près égale, à froid, à la fraction dissociée, d'après les analogies tirées du chlorure d'iode liquide ($+9^{Cal},8$) et des composés analogues (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 370).

» Quoi qu'il en soit, la chaleur de formation observée sur le chlorure de brome suffit pour expliquer la décomposition partielle du chlorure d'argent par le brome à froid :



$$\text{AgCl} + \text{Br}^2\,\text{gaz} = \text{AgBr} + \text{BrCl} : -1,5 + 4,6 = 3^{Cal},1.$$

» La décomposition est d'ailleurs limitée, en raison de la dissociation du chlorure de brome, et elle est réglée, au contact du solide et du liquide, par un coefficient spécifique, conformément au principe des surfaces de

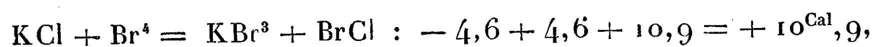
séparation et aux lois de M. Ditte (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 96 et 99).

» A chaud, et peut-être même à froid, la formation du chlorobromure d'argent, dont il sera bientôt question, concourt au déplacement.

» 2° *Perbromures de potassium et de baryum.* — $KBr + Br^2$ gaz $= KBr^3$, dégage : sels solides $+ 10^{Cal},9$; sels dissous $+ 11,5$. Les valeurs sont donc très voisines pour ces deux états.

» $BaBr + Br^2$ gaz $= BaBr^3$, dégage, d'après mes mesures, les sels dissous en présence de $30H^2O^2$: $+ 10^{Cal},4$; valeur que l'on peut admettre, au moins comme approchée, pour l'état anhydre.

» Ces perbromures ne se forment que lentement à l'état anhydre, et ils demeurent dissociés. Leur chaleur de formation rend compte des déplacements inverses, surtout à froid, avec le chlorure de potassium et avec le chlorure de baryum; bien entendu, en l'ajoutant à celle du chlorure de brome,



$$KCl + Br^4 = KBr^3 + BrCl \ : \ -4,6 + 4,6 + 10,9 = +10^{Cal},9,$$



$$BaBr + Br^4 = BaBr^3 + BrCl \ : \ -6,8 + 4,6 + 10,4 = +\ 8^{Cal},2.$$

Mais les réactions demeurent limitées, à cause de la dissociation des perbromures alcalins et de celle du chlorure de brome; le tout conformément aux notions signalées plus haut. S'il n'y avait pas d'autre composé, il semble que la réaction devrait aller moins loin avec le baryum, ou tout au moins rester dans des limites voisines. Mais il y a un troisième composé secondaire, également exothermique, avec le baryum.

» 3° *Chlorobromures.* — J'ai dit (p. 1552) que le sel double de baryum



$$BaCl + BaBr = BaCl, BaBr, \text{ dégage } + 1^{Cal},5 \text{ à froid.}$$

C'est là un nouveau composé qui ne paraît pas dissocié à froid et qui joue un certain rôle. Seul, il ne suffirait pas à compenser les $6^{Cal},8$ qui font la différence thermique entre le chlorure et le bromure; mais sa formation aux dépens de l'excès de chlorure non décomposé concourt avec celle des corps dissociés (chlorure de brome et perbromure de baryum) pour déterminer et accroître la production d'une certaine dose de bromure de baryum.

» A chaud, il convient de faire intervenir également le chlorobromure de potassium, signalé par une chaleur de formation, devenue négative à froid ($-0,57$, page 1492), mais qui ne saurait être que positive à la tempéra-

ture de la fusion. L'existence et le rôle d'un semblable sel double sont appuyés d'ailleurs par la difficulté avec laquelle le chlore élimine les dernières traces de brome, ainsi qu'il a été dit tout à l'heure.

» Cette même difficulté met aussi en évidence l'existence à haute température d'un chlorobromure d'argent, déjà signalé par les minéralogistes. En effet, le système $AgCl + AgBr$, chauffé deux heures vers 400°, dans un courant lent de chlore sec, a perdu seulement un tiers du brome qu'il contenait. Le surplus s'est éliminé entièrement, mais seulement après quatre heures de nouvelle réaction.

» Un autre système : $AgCl + 0{,}23\,AgBr$ (dérivé des produits de l'action du brome sur BaCl), traité par le chlore à la température de la fusion commençante, pendant deux heures, a perdu seulement 0,18 Br. Le surplus a exigé un temps bien plus long.

» Un autre système $AgCl + 0{,}07\,AgBr$, traité par le chlore à chaud, sans fusion, n'avait perdu, au bout d'une heure, que la moitié du brome, le surplus s'éliminant seulement au bout d'un temps beaucoup plus prolongé.

» Les observations de ce genre ne sont pas rares en Chimie : les analystes les signalent continuellement. Cette différence entre la promptitude d'attaque des premières portions et la lenteur d'attaque des dernières, surtout dans les conditions où les produits sont éliminés, n'a guère été expliquée jusqu'ici. Elle résulte, à mon avis, de la formation de certains sels doubles et composés secondaires, dont la chaleur de combinaison surpasse la chaleur mise en jeu dans la décomposition directe des sels simples. Ces composés secondaires résistent donc à une première action, et ils résisteraient même indéfiniment, s'ils n'étaient pas dissociables par l'action de la chaleur (ou des dissolvants); mais leur dissociation lente est déterminée par la destruction des sels simples qui maintenaient l'équilibre, et elle reproduit les mêmes sels simples, qui se détruisent à mesure, en vertu de la réaction normale : la dissociation du sel double, ou du composé secondaire, se reproduisant sans cesse, finit par amener la réaction à sa limite définitive.

» Ainsi l'ensemble des faits que je viens d'exposer rendent compte du déplacement du brome par le chlore, réaction principale, déterminée par la grandeur relative des chaleurs de formation des composés fondamentaux; ils rendent compte encore des équilibres et des déplacements inverses : réactions accessoires et perturbatrices, qui résultent également de la grandeur prépondérante des chaleurs de formation de certains composés secon-

daires. Les dernières réactions sont peu sensibles et même négligeables dans les circonstances ordinaires, à cause de l'état de dissociation de composés secondaires; elles ne deviennent apparentes que si l'on exagère l'influence de ces derniers, soit en restreignant la dissociation par l'emploi d'un grand excès de brome, soit en en reproduisant sans cesse les effets par cet artifice qui consiste à éliminer à mesure les produits volatils.

» En un mot, dans les déplacements réciproques des corps halogènes comme dans les conditions presque innombrables que j'ai eu occasion de passer en revue depuis le début de mes recherches, les réactions directes, les réactions inverses et les équilibres demeurent invariablement soumises aux règles de la Thermochimie. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Séparation d'avec la zircone.* — La solution bouillante est traitée par un excès de potasse aqueuse. Le précipité de zircone exige des lavages prolongés, il retient des traces de galline qu'on retire en dissolvant dans l'acide chlorhydrique et reprécipitant par la potasse. Deux ou trois traitements par KHO bouillante suffisent ordinairement. La galline est débarrassée des sels potassiques par sursaturation chlorhydrique, puis ammoniacale, et longue ébullition, ou, plus exactement, au moyen de l'hydrate cuivrique. Il ne passe avec la solution alcaline que de faibles traces de zircone, que la potasse sépare de la galline à la fin de l'analyse.

» Le sulfure d'arsenic permet aussi de séparer Zr et Ga, et notamment de rechercher de faibles traces de galline, perdues au milieu de beaucoup de zircone. On traite par l'hydrogène sulfuré la liqueur chargée d'acétate acide d'ammoniaque et d'acide arsénieux en suivant la marche déjà indiquée.

» Le prussiate ne peut point servir, car il précipite en jaune serin les solutions de zircone *très acides* et très étendues. L'ébullition même ne provoque pas la dissolution du précipité dans une liqueur contenant les $\frac{2}{3}$ de son volume de HCl concentré. Je signale ce fait, que j'ai observé, parce qu'il est contraire aux indications de certains traités de Chimie, qui disent: que « le prussiate de potasse donne un précipité jaunâtre dans la solution » neutre de zircone, mais non dans les solutions acides ». Cette diver-

(1) *Comptes rendus*, mai 1882, p. 1439.

gence provient peut-être de ce que l'addition d'acide chlorhydrique éclaircit les solutions étendues et presque neutres de chlorure de zirconium récemment précipitées par le prussiate; dans ce cas cependant, la liqueur se trouble bientôt de nouveau et, cette fois, un excès de HCl ne l'éclaircit plus.

» *Séparation d'avec le manganèse.* — J'ai reconnu l'efficacité des neuf procédés suivants:

» 1° On traite la liqueur bouillante par un excès de potasse aqueuse.

» Le précipité retient une quantité non négligeable de galline; on le reprend donc par HCl, et on fait agir de nouveau la potasse. Cette opération est faite trois ou quatre fois; les liqueurs alcalines réunies sont concentrées et filtrées pour séparer un peu d'oxyde brun de manganèse. On enlève la galline aux sels alcalins par l'ébullition ammoniacale ou par l'hydrate cuivrique. Quand la proportion de manganèse est très considérable, le procédé actuel perd une grande partie de ses avantages, à cause de la difficulté de laver complètement des masses volumineuses d'oxyde de manganèse.

» 2° La solution chlorhydrique notablement acide est maintenue à l'ébullition pendant quelques minutes (ce qui réduit les persels de manganèse); on la sursature alors légèrement par l'ammoniaque, et on fait bouillir jusqu'à ce que le papier de tournesol ait viré du bleu au rouge; l'eau d'évaporation est remplacée au fur et à mesure. La galline obtenue retient parfois des traces d'oxyde brun de manganèse; on la reprend par l'acide chlorhydrique et on renouvelle l'ébullition ammoniacale, toujours en ayant soin de n'ajouter l'ammoniaque qu'à chaud et après quelques minutes d'ébullition de la liqueur acide.

» 3° Le carbonate de baryte sépare la galline à froid en douze à dix-huit heures, laissant le chlorure de manganèse dissous. Des traces de manganèse peuvent néanmoins se trouver dans le précipité, mais elles s'éliminent lors de la séparation de Ba et Ga au moyen de l'ébullition ammoniacale ou de l'hydrate de cuivre.

» 4° On peut également se servir de carbonate de chaux, dont l'emploi se fait à froid d'une façon tout à fait semblable à celui du carbonate de baryte.

» 5° Quand il y a du fer en présence, il est avantageux d'éliminer bonne part de ce métal en même temps que le manganèse; pour cela, on réduit à chaud la liqueur acide par le gaz sulfureux ou le sulfite de soude. Après quelques instants d'ébullition, on ajoute un petit excès de carbonate de chaux et on filtre. La séparation de la chaux et de la galline se fait comme

à l'ordinaire. Cette méthode est surtout utile dans l'extraction du gallium de ses minerais.

» 6° L'hydrate de cuivre, employé à chaud, offre un excellent moyen de séparer exactement le gallium du manganèse. L'opération se conduit ainsi qu'il a été dit précédemment.

» 7° En présence du fer, il y a intérêt à réduire d'abord la liqueur par le cuivre métallique et à précipiter la galline par le protoxyde de cuivre. L'exactitude est aussi grande qu'avec l'hydrate cuivrique.

» 8° Lorsque la quantité de galline est très faible par rapport à la masse des sels de manganèse, il peut quelquefois être avantageux d'utiliser la réaction du sulfure d'arsenic formé au sein d'une liqueur sursaturée par l'acétate acide d'ammoniaque. Le sulfure de manganèse ne se forme pas dans ces conditions. La séparation est très bonne.

» 9° La réaction du prussiate jaune de potasse est applicable à la précipitation du gallium mélangé de composés du manganèse, mais il faut opérer d'une façon spéciale, car la présence de $MnCl^2$ modifie beaucoup l'action du prussiate sur le Ga^2Cl^6. Si l'on fait deux parts égales d'une solution très étendue et très acide (contenant un tiers de HCl) de chlorure de gallium, et que dans l'une de ces liqueurs on introduise du chlorure de manganèse, l'addition de la même quantité très petite de prussiate produit des effets fort différents dans les deux vases. La solution de gallium seul se trouble abondamment, tandis que celle qui renferme du manganèse reste d'abord limpide, puis laisse lentement déposer un précipité brun rougeâtre, lequel d'ailleurs contient le gallium. Ce précipité brun se redissout quand on le chauffe avec son eau mère et se régénère ensuite lentement après le refroidissement. Le précipité formé dans la liqueur exempte de manganèse ne se dissout pas dans son eau mère portée à l'ébullition, mais il se dissout à chaud, si l'on a préalablement ajouté du chlorure de manganèse à cette eau mère. Après le refroidissement, il se produit peu à peu un précipité brun rougeâtre.

» Si, au lieu de verser très peu de prussiate dans la solution de gallium et de manganèse, on en met beaucoup, le précipité brun commence aussitôt à se former, conservant d'ailleurs la propriété de se dissoudre à chaud et de se régénérer ensuite lentement à froid.

» Quand on maintient à une température de 70° à 80° une solution limpide très acide, contenant du Ga^2Cl^6, un excès de $MnCl^2$ et du prussiate, il ne tarde pas à se former un trouble, non plus brun, mais blanc teinté de bleu; c'est bien, en apparence, le précipité ordinaire de prussiate de gallium, mais il a cela de particulier qu'il ne se dissout pas à chaud dans

l'excès de sel de manganèse. Ce précipité contient tout le gallium. Dans la liqueur refroidie, le dépôt ne devient pas brun. L'examen de ces réactions diverses a exigé de nombreuses expériences; j'ai longtemps craint non seulement de ne pas réussir à employer le prussiate pour séparer Ga de Mn, mais encore de voir le dosage du gallium, au moyen de ce réactif, entravé par des complications inattendues. Heureusement, la difficulté se tourne d'une manière très simple, et en opérant comme il suit on obtient, avec le prussiate jaune, une séparation rigoureuse du gallium et du manganèse.

» La solution, contenant environ $\frac{1}{3}$ de son volume d'acide chlorhydrique concentré, est portée à 70°; on ajoute alors une quantité de prussiate, pas trop grande, afin d'éviter la formation de beaucoup de bleu de Prusse, mais cependant plus forte que s'il s'agissait de précipiter le même poids de gallium à froid en présence de métaux tels que l'aluminium ou le chrome. Ce prussiate ne doit pas être trop dilué ni acidifié par HCl, car on n'observerait le plus souvent tout d'abord aucun précipité, ce qui pourrait faire croire à l'absence du gallium. Les gouttes de prussiate moyennement concentré donnent, au contact de la liqueur très acide, un précipité blanc, qui se formerait également avec l'acide chlorhydrique seul, et qui se redissout dès qu'on l'agite, quand la dose de prussiate est faible. La présence momentanée de ce léger trouble provoque et accélère le dépôt du prussiate de gallium. La liqueur est agitée fréquemment et maintenue à 70° environ pendant trente à soixante minutes, puis filtrée; le dépôt est lavé avec de l'eau contenant $\frac{1}{4}$ de HCl et chauffée à 70°; $0^{gr},001$ de gallium, correspondant à environ $0^{gr},0025$ de Ga^2Cl^6, se retrouve de cette façon, sans perte appréciable, dans 200^{cc} d'une liqueur très acide contenant $12^{gr},50$ de chlorure anhydre de manganèse. La limite de sensibilité du procédé est certainement ici fort loin d'être atteinte, bien que la liqueur contienne seulement $\frac{1}{200000}$ de Ga et que le rapport entre Ga^2Cl^6 et $MnCl^2$ soit $\frac{1}{5000}$. Si, par défaut de lavage ou autrement, le prussiate de gallium retient des traces de manganèse, celles-ci sont naturellement éliminées pendant les traitements nécessaires pour séparer Ga^2O^3 de Fe^2O^3, tels que l'ébullition ammoniacale du produit de l'attaque des oxydes par le bisulfate et l'action du cuivre métallique et du protoxyde de cuivre.

» *Séparation d'avec le zinc.* — La solution chlorhydrique, très fortement acide (¹), est sursaturée par l'ammoniaque et bouillie jusqu'à réaction rouge

(¹) La présence d'une proportion notable de chlorure d'ammonium est nécessaire.

du tournesol; l'eau est remplacée à mesure qu'elle s'évapore. Il ne suffit pas que le papier de tournesol paraisse rouge pendant l'ébullition : il faut s'assurer qu'il ne repasse pas au bleu après le refroidissement, ce qui arriverait s'il restait des traces d'oxyde de zinc non encore attaquées. Si la galline obtenue contenait un peu de ZnO, on reprendrait par HCl en excès, et l'ébullition ammoniacale serait renouvelée.

» L'hydrate cuivrique permet de séparer exactement le gallium du zinc; on opère à chaud, en suivant les indications données pour l'emploi de ce procédé. Au besoin, on répète le traitement. Quand, en outre du zinc, il y a du fer dans la solution, il vaut mieux réduire par le cuivre métallique et précipiter par l'oxyde cuivreux; la séparation est aussi rigoureuse qu'avec l'hydrate cuivrique. Le zinc étant beaucoup plus rapidement éliminé que le fer, on n'a réellement besoin de s'occuper que de ce dernier métal.

» Les carbonates de baryte et de chaux précipitent la galline à froid, mais les dépôts contiennent des quantités très notables d'oxyde de zinc, surtout quand on s'est servi de BaO, CO^2. Ces deux réactifs ne peuvent guère être employés qu'à concentrer le gallium sous un faible volume, et ne doivent pas être admis s'il s'agit d'une analyse rigoureuse. La même observation s'applique à la précipitation de la galline par le carbonate de chaux à l'ébullition après réduction sulfureuse; il y a beaucoup de zinc dans le dépôt, pour peu que l'ébullition ait été prolongée, surtout si l'excès de CaO, CO^2 est considérable. Le traitement par CaO, CO^2 à chaud, après réduction sulfureuse, peu applicable en analyse, est très avantageux pour l'extraction du gallium de ses minerais, puisque, en répétant deux ou trois fois cette facile opération, on élimine du coup la presque totalité du zinc, la majeure partie du fer et beaucoup d'autres corps. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant son Ouvrage « Sur le microphone, le radiophone et le phonographe », s'exprime en ces termes :

« Le microphone et le phonographe faisaient, dans l'origine, partie de mon Ouvrage « Sur le téléphone », mais les découvertes se sont tellement multipliées dans ces dernières années, surtout en téléphonie, que j'ai dû consacrer un volume entier au téléphone et à ses applications, et comme, d'un autre côté, la science électro-acoustique s'est enrichie depuis peu d'une branche nouvelle extrêmement intéressante, la *radiophonie*, j'ai pensé que le microphone, le radiophone et le phonographe pourraient à eux seuls remplir un volume; c'est ainsi que mon premier Ouvrage s'est trouvé dé-

doublé. Il y avait d'ailleurs d'autres découvertes qui se rattachaient plus ou moins à ces divers instruments et qui pouvaient encore compléter l'Ouvrage : c'étaient d'abord la machine parlante américaine et l'enregistreur électrique de la parole, et en second lieu le téléphote ou télectroscope, au moyen duquel les images lumineuses peuvent être reproduites électriquement à distance par des moyens analogues à ceux employés en radiophonie et en télégraphie autographique. Sans doute cette nouvelle application électrique n'est encore qu'à l'état rudimentaire, mais il est possible que, comme beaucoup d'autres du même genre, elle progresse dans l'avenir, et il était intéressant de faire connaître ce qui avait été fait dans cette voie; aussi lui ai-je consacré un Chapitre spécial dans le Volume que je présente aujourd'hui à l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Eclipse totale de Soleil, observée à Souhag (haute Egypte) le 17 mai (temps civil) 1882.* Note de M. THOLLON.

« Vers la fin de janvier 1882, M. Perrotin manifesta le désir de voir l'Observatoire de Nice envoyer une Mission en Égypte pour observer l'éclipse de Soleil annoncée pour le 17 mai (temps civil). M. Bischoffsheim, avec cette infatigable générosité qu'on lui connaît pour la Science, offrit immédiatement de subvenir aux frais de l'expédition, qui fut décidée aussitôt que proposée. Il s'empressa de lui fournir tous les renseignements utiles et de lui procurer les hautes recommandations de MM. de Freycinet et de Lesseps, qui lui valurent l'accueil le plus aimable et facilitèrent singulièrement le voyage et les opérations. Mais, entre le moment où la décision fut prise et l'époque présumée du départ, il restait à peine trois mois pour faire les études préliminaires indispensables, élaborer un programme et préparer les appareils nécessaires. Loin de Paris et dépourvus, comme nous l'étions, des ressources les plus élémentaires, ce laps de temps était bien court. Néanmoins, en utilisant les instruments que nous possédions, en limitant notre programme, et grâce au zèle et à l'habileté de M. Donnelli, opticien de Nice, nous pûmes être prêts en temps utile.

» M. Perrotin devait conduire l'expédition, mais les préparatifs à faire pour le passage de Vénus l'en ont empêché. Je fus donc chargé d'aller en Égypte avec M. André Puiseux, qui m'accompagnait en qualité d'observa-

teur et d'assistant. M. Trépied, prévenu sans retard de notre projet et invité à se joindre à nous, s'empressa d'accepter ; il demanda aussitôt au Ministère et ne tarda pas obtenir l'autorisation et les crédits nécessaires. Enfin M. Ranyard, bien connu par ses observations et ses remarquables travaux sur les éclipses, ayant appris par la voie des journaux les projets faits à Nice, demanda à se joindre à nous. De sorte que, en fait, la Mission se trouva composée d'un Anglais et de trois Français. L'arrivée à Souhag de MM. Lockyer et Schuster, accompagnés de leurs assistants, MM. Laurence et Bucchanam, et en dernier lieu de M. Tacchini et de Mahmoud-Pacha, ne modifia en rien le caractère essentiellement cosmopolite de notre expédition. Depuis le premier jusqu'au dernier jour, la cordialité la plus parfaite ne cessa de régner entre tous. Je dois ajouter que les derniers venus, MM. Lockyer et Tacchini, ont été les premiers à formuler l'avis que tous les observateurs réunis à Souhag ne devaient former qu'une seule Mission. En conséquence, l'avant-veille de l'éclipse, dans une réunion générale présidée par Mahmoud-Pacha, et après une discussion approfondie sur l'ensemble des observations à faire, chacun exposa son programme et accepta les modifications qui parurent utiles. Après l'éclipse, chacun fit part à tous de ses observations, et un télégramme exposant les principaux résultats obtenus fut rédigé en commun et expédié par voie diplomatique aux Ministres des nations représentées à Souhag. Nous avons pensé rendre ainsi un digne hommage à la Science en faisant disparaître devant elle toute préoccupation personnelle, toute rivalité d'école et de nationalité.

» D'après les données de la *Connaissance des Temps* et les calculs de M. Puiseux père, la durée de la totalité en Egypte ne devait pas dépasser soixante-douze secondes. Il s'agissait, pour les observations sur la couronne, de tirer le meilleur parti possible d'un laps de temps si court. Comme programme, je n'avais rien de mieux à faire que de suivre celui que m'a envoyé le Bureau des Longitudes, par l'intermédiaire de M. Tisserand. Comme appareil, je me décidai, à défaut de lunette montée équatorialement, à employer un bon réfracteur de $0^m,11$ d'ouverture et de $1^m,50$ de distance focale, dont S. A. le prince Nicolas d'Oldenbourg m'a fait présent, il y a quelques années. A cette lunette fut adapté un spectroscope à vision directe de faible dispersion. Une forte monture en fer à axes vertical et horizontal, ajustée sur un pied en bois très solide, portait la lunette, qui, au moyen d'un levier muni d'un contre-poids, pouvait être dirigée vers tous les points du ciel. Des vis de pression agissant sur les axes servaient à

rendre leurs mouvements plus ou moins libres. Quand l'appareil était bien réglé et équilibré, il jouissait d'une remarquable stabilité.

» La lunette portait, en forme de chercheur, une autre lunette de $0^m,78$ de distance focale, au foyer de laquelle se trouvait un disque en verre dépoli. Je pouvais ainsi, sans éloigner l'œil du spectroscope, voir de l'œil gauche la portion de l'image solaire qui se trouvait sur la fente. M. Janssen avait employé avec succès un procédé analogue. Il est excellent, mais dans ce cas les images projetées avaient trop d'éclat. L'éblouissement qui en est résulté à l'approche de la totalité m'a empêché de voir assez nettement le repère tracé sur le verre dépoli. Ce contre-temps, joint à l'absence de mouvements lents dans la monture de la lunette, m'a empêché d'opérer avec la précision que je m'étais promise.

» La lunette du spectroscope était munie à son foyer d'une échelle au $\frac{1}{10}$ de millimètre, tracée par M. Gautier sur une lame en verre argenté qui occupait la moitié du champ. Les raies C, D, K (1), E, b_1, F et G, mesurées avec l'échelle, avaient été tracées sur l'échelle même, de sorte qu'elles pouvaient être mises toutes à la fois en coïncidence parfaite avec les mêmes raies du spectre fourni par mon appareil. Une vis de réglage et un ressort antagoniste permettaient d'établir et de maintenir cette coïncidence. Ce moyen, aussi simple que précis, m'a donné la possibilité d'identifier en un instant, avec la plus grande certitude, les principales raies de la couronne.

» En discutant mon programme, M. Perrotin me suggéra l'idée d'étudier les bords de la Lune avec mon spectroscope à grande dispersion. L'idée me parut excellente, et je l'adoptai avec d'autant plus d'empressement que j'achevais alors un travail commencé depuis longtemps sur les raies telluriques. Mon appareil, ayant été présenté à l'Académie, n'a pas besoin d'être décrit. M. Trépied avait apporté un appareil identique.

» Arrivés à Souhag le soir du 1er mai, M. Trépied fit immédiatement une vérification approximative des coordonnées du lieu, qui parut satisfaisante. Le lendemain commença l'installation. La noble et généreuse hospitalité du vice-roi avait simplifié notre tâche dans la mesure du possible. M. Puiseux père, malgré son état maladif, avait employé les derniers moments de son séjour à Nice à calculer les principaux éléments de l'éclipse. Au moyen de ces données, qu'il nous avait si obligeamment

(1) Raie verte de la couronne.

fournies, les deux grands appareils spectroscopiques, ainsi que les miroirs argentés et les objectifs, furent orientés de manière que, dans les images projetées, la fente de l'un fût parallèle à la ligne des centres lors du premier contact, et la fente de l'autre perpendiculaire à cette ligne au moment du deuxième contact. Ils étaient abrités par une construction en roseaux. La lunette, munie du petit spectroscope, réglé d'avance avec beaucoup de soin, était à la porte de l'abri, à trois ou quatre pas du grand appareil.

» Le jour de l'éclipse, le Soleil se leva dans un ciel admirablement pur. L'air, très calme, était, comme toujours dans cette région, d'une extrême sécheresse, qui rendait presque invisibles la plupart des raies telluriques. Cette circonstance était éminemment favorable à l'étude que nous voulions faire. Ainsi qu'il avait été convenu, M. Trépied observait le premier contact avec une lunette; dès qu'il eut fait entendre le *top*, les observations spectroscopiques du bord de la Lune commencèrent. Mon grand appareil fonctionnait à merveille et ne m'avait jamais donné de plus belles images. Je passai en revue, avec une scrupuleuse attention, toute la région tellurique du spectre, en commençant par le rouge extrême. Entre A et B, je ne constatai aucun changement notable. Arrivé à B, je fus tout surpris de voir un notable renforcement des raies qui composent ce groupe. J'hésitais à faire part de cette observation à M. Trépied, de peur de le troubler, quand il m'annonça qu'il voyait ce renforcement du groupe B d'une manière tout à fait évidente. Il était de la plus haute importance de bien vérifier le fait; aussi, après quelques instants de repos, j'y appliquai toute la force de mon attention. Tout le contour de la Lune qui se projetait sur le Soleil fut amené successivement sur la fente, et, singularité inexplicable pour moi, je ne parvins plus à revoir ce renforcement tel qu'il m'était apparu en premier lieu, ni même à le voir d'une manière tout à fait certaine. M. Ranyard et M. Puiseux, appelés en témoignage, virent le phénomène se produire avec la même évidence que M. Trépied dans son appareil et avec la même incertitude que moi dans le mien. Cette différence d'effet provient peut-être de la différence des orientations. La fente du spectroscope de M. Trépied, étant parallèle à la ligne des centres, pouvait couper normalement le bord de l'image lunaire; la fente du mien ne pouvait rencontrer ce bord que tangentiellement ou d'une manière très oblique. Il faut ajouter que cette fente, longue de $0^m,007$, ne représentait que la huitième partie du diamètre de l'image solaire. J'ai bien essayé de voir le phénomène dans le spectroscope de M. Trépied, mais il n'était pas au point

pour ma vue, et il me restait à peine le temps nécessaire pour achever de parcourir la région tellurique; je n'insistai pas. Le groupe α d'Angström me parut aussi offrir un très léger renforcement. Partout ailleurs, je n'ai rien vu.

» Voilà l'exposé fidèle des faits tels qu'ils se sont produits dans cette première partie de nos opérations. L'Académie les appréciera comme il convient. La seule conclusion que je me permets d'en tirer, c'est que, dans les prochaines éclipses du Soleil, les spectroscopistes doivent porter une attention toute spéciale sur les groupes B et α, en se mettant dans les meilleures conditions possibles pour les bien observer.

» Avant la totalité je pris quelques minutes de repos et m'installai à la lunette. La fente du petit spectroscope fut rendue tangente au milieu du croissant. Quand il ne resta plus qu'un mince filet de lumière, je vis apparaître un certain nombre de raies très brillantes, coïncidant exactement avec celles qui étaient tracées sur mon échelle. Ces raies sont C, K, F; une quatrième, tout aussi brillante que les autres, se trouvait un peu à droite de D; c'était évidemment la raie du hélium. Dans la région G se voyait aussi un magnifique groupe de raies violettes qui se sont, paraît-il, reproduites dans la photographie de M. Schuster. Je ne pus déterminer la position de ces raies, car la totalité me surprit, et je vis le champ illuminé d'un nombre considérable de raies brillantes qui détournèrent mon attention. Quelques secondes furent consacrées à observer directement le phénomène de la totalité; mais l'éblouissement éprouvé en regardant sur le verre dépoli l'image du croissant solaire, joint à ma myopie, ne me permit de voir aucun détail de la couronne. Je jetai alors un rapide coup d'œil sur la contrée environnante. Le paysage, recouvert d'une teinte livide, offrait un aspect fantastique et saisissant qu'il aurait fallu étudier en détail; mais le temps s'écoulait : je revins à la lunette et, la dirigeant à 10′ ou 15′ du bord, je vis de nouveau apparaître les raies C, D_3, K, F et le groupe de raies violettes. A ce moment, l'éclipse totale finissait sans me laisser le temps de faire une seule détermination.

» La fente du petit spectroscope avait été soigneusement réglée, de manière que les raies fraunhofériennes fussent parfaitement visibles. Or, dans toutes mes observations sur la couronne, les raies brillantes me parurent se détacher sur un fond de spectre continu, dans lequel je ne pus distinguer aucune raie noire.

» Il avait été convenu que M. Trépied observerait la région 1474 dans

mon grand spectroscope au moment du deuxième contact. A ce moment, il vit dans le champ de la lunette, représentant environ la centième partie du spectre, un nombre considérable de raies brillantes. Il m'en donna avis aussitôt, et, dès la fin de la totalité, je courus à mon appareil. En amenant tout de suite sur la fente une des extrémités du croissant, je vis encore dans le champ cinq raies brillantes traversant le spectre dans toute sa largeur. L'une d'elles était la raie verte de la couronne correspondant exactement à la plus réfrangible des deux raies 1474, qui se séparent très bien dans mon appareil; les autres ont pour longueurs d'onde 5306, 5323, 5327,3 et 5327,7. Dans l'Atlas d'Angström, ces raies sont attribuées au fer; dans les Tables de Thalèn, la raie 5327,7 n'est pas mentionnée ou n'a pas été séparée de 5327,3, et, d'après les études que j'ai faites à l'Observatoire de Paris au moyen de l'arc électrique, 5327,3 appartiendrait au calcium et 5327,7 au fer.

» La correspondance des raies brillantes de la couronne avec ces raies fraunhofériennes a pu être établie à loisir et avec la plus complète certitude, car, longtemps après la fin de la totalité, elles étaient encore brillantes aux extrémités du croissant. Leur longueur avait diminué rapidement, à mesure que l'illumination de l'atmosphère augmentait; mais, durant mes opérations, leur longueur apparente n'est pas devenue inférieure à $0^{m},002$. En passant progressivement de la pointe du croissant, où ne se voyaient que les raies brillantes, à une région lumineuse plus large, où ne se voyaient que les raies noires, il était très facile de vérifier la parfaite correspondance des unes et des autres. Dans les mêmes conditions, les raies b se sont montrées brillamment illuminées, et, en les classant par ordre d'intensités décroissantes, on aurait b_1, b_3, b_4 et b_2.

» L'intérêt qui s'attache à l'observation de ces sortes de phénomènes fait désirer que la prochaine éclipse totale visible aux îles Marquises soit l'objet d'une étude très sérieuse et aussi complète que possible. Elle se présente dans des conditions exceptionnelles et singulièrement favorables. Aussi je prends la liberté de formuler devant l'Académie le vœu qu'une expédition française soit organisée le plus tôt possible pour aller en Océanie observer l'éclipse du mois de mai 1883. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Éclipse totale du 17 mai. Observations de* M. **Trépied**.

« Dès que j'eus reçu de l'Observatoire de Nice l'invitation de me joindre à l'expédition que MM. Bischoffsheim et Perrotin préparaient pour l'éclipse du 17 mai, je m'empressai de l'accepter, et j'obtins de M. le Ministre de l'Instruction publique l'autorisation et le crédit nécessaires pour me rendre dans la haute Égypte, où le phénomène devait être observé.

» La seule route praticable en Égypte, c'est le Nil; on ne pouvait donc songer à s'établir loin des bords du fleuve. Or, d'après la *Connaissance des Temps* et les calculs que M. Puiseux père avait bien voulu se donner la peine de préparer pour la Mission de Nice, la ligne de l'éclipse centrale rencontrait le cours du Nil auprès du lieu nommé *Menchiet-El-Nideh,* dont les coordonnées seraient, suivant les déterminations faites en 1860 par l'astronome égyptien Mahmoud-Bey :

Latitude nord........................	26°29′
Longitude est de Paris................	29°25′

Mais, ainsi que M. Puiseux ne manquait pas de le faire remarquer, si l'on tenait compte des corrections de Newcomb pour les coordonnées de la Lune, la ligne centrale se trouvait transportée parallèlement à elle-même, de manière à couper le cours du fleuve en un point situé à 3′ plus au nord que Menchiet. On devait d'autant moins se dispenser d'appliquer cette correction que, les limites australes et boréales de l'éclipse étant fort rapprochées, une différence de quelques kilomètres en latitude pouvait altérer d'une manière fâcheuse les conditions du phénomène.

» D'après cela, et en tenant compte des renseignements qui nous furent donnés avec une extrême obligeance par Mahmoud-Pacha et le général Stone, chef d'état-major de l'armée égyptienne, nous jugeâmes que le point à choisir devait être situé dans le voisinage de l'une ou l'autre des localités nommées *Souhag* et *Ackmin*. La dernière partie du trajet que nous fîmes sur le Nil, dans le bateau à vapeur que le khédive avait généreusement mis à notre disposition, fut en quelque sorte un voyage de reconnaissance. Il ne suffisait pas, en effet, de se placer sur la ligne centrale: il fallait, en outre, satisfaire à des conditions physiques difficiles à réaliser en Égypte; il fallait surtout pouvoir se mettre à l'abri du vent, c'est-à-dire, en Égypte, de la

poussière, fatale aux miroirs argentés dont nous devions faire usage pour nos observations spectroscopiques.

» Nous nous arrêtâmes, le soir du 1er mai, à 1^{km} environ au nord de Souhag. Une première et rapide détermination de la latitude, faite, le soir même, au théodolite par la hauteur de la polaire, un angle horaire observé le lendemain matin, nous donnaient la certitude que nous n'étions pas loin de la ligne centrale, si toutefois, malgré les précautions prises, la marche de nos chronomètres n'avait pas subi de trop grandes altérations pendant leur pénible transport en chemin de fer du Caire à Siout. Je n'avais pu emporter qu'un cercle méridien de très petites dimensions, sans fil mobile, sans microscopes. Le cercle, de $0^m,30$ environ, est simplement muni d'un vernier donnant les 3″, mais ne permettant guère, en réalité, de compter que sur 10″ dans les lectures. Avec cet instrument, j'ai pu observer, du 5 au 8 mai, quatre culminations lunaires, ce qui m'a donné, en moyenne, pour la longitude, $1^h57^m40^s$ à l'est du méridien de Paris (1). J'ai trouvé, pour la latitude, 26°33′21″. Toutefois, ces valeurs doivent être regardées comme provisoires : pour la longitude, à cause du petit nombre de culminations observées ; pour la latitude, parce qu'elle ne résulte que d'une seule série. Le 10 mai, pendant l'observation du passage du Soleil au méridien, faite par une température de 41° dans une simple cabane en toile, l'arcanson qui maintient les fils sur la plaque réticulaire a fondu partiellement et le fil horizontal a été tordu de manière à ne pas permettre de continuer les opérations de latitude. Du reste, nous comptions faire cette détermination des coordonnées dans des conditions bien meilleures, avec le concours de l'Observatoire du Caire et de l'État-major égyptien. Un cercle méridien de Brunner devait être transporté à Souhag, et notre station devait être reliée télégraphiquement à celle du Caire ; les événements survenus en Égypte pendant notre séjour à Souhag ont empêché la réalisation de ce projet. Nous avons toutefois l'espoir qu'il sera repris dans des circonstances plus favorables, et nous connaîtrons alors les coordonnées de notre station avec toute l'exactitude que la Science réclame aujourd'hui.

» Chacune des Missions était venue naturellement avec son programme particulier de recherches ; le nôtre avait pour base les instructions que le Bureau des Longitudes nous avait fait l'honneur de nous donner. Nous ne

(1) Abd-el-Razeh-Effendi, assistant de l'Observatoire du Caire, m'a aidé avec beaucoup de zèle et d'intelligence dans l'installation des instruments et pendant le cours des observations.

fîmes toutefois aucune difficulté de reconnaître, avec nos collègues d'Angleterre et d'Italie, la nécessité de nous entendre, d'arrêter un plan commun d'opérations, afin d'utiliser le mieux possible la durée si courte de la totalité dans cette éclipse. Une réunion générale eut lieu le 16 mai, sous la présidence de Mahmoud-Pacha, directeur de l'Observatoire du Caire. En ce qui me concerne, il fut convenu :

» 1° Que je noterais les instants du premier et du quatrième contact, en me servant de la lunette de $0^m,09$ d'ouverture et de $1^m,30$ de distance focale que m'avait prêtée l'École des Sciences d'Alger;

» 2° Que, pendant la première et la dernière phase de l'éclipse, et en même temps que M. Thollon, j'examinerais les groupes de raies d'absorption, sur le bord de la Lune, avec un spectroscope très dispersif;

» 3° Que, plusieurs minutes avant la totalité, j'observerais avec la même dispersion dans la région du vert, en me limitant aux parties voisines de la raie de la couronne.

» Je m'étais proposé, en outre, d'étudier à l'œil nu les détails de la couronne.

» Il m'était impossible de remplir ce programme sans renoncer à noter les instants des contacts intérieurs. Un astronome égyptien, Esmat-Effendi [1], voulut bien se charger d'observer la durée de la totalité avec la lunette qui m'aurait servi pour le premier et le quatrième contact. D'après ses observations, la totalité aurait duré soixante-neuf secondes.

» J'ai l'honneur de communiquer mes résultats à l'Académie dans l'ordre même où je les ai obtenus.

» A $7^h 20^m 9^s$, temps civil du lieu, j'observais le premier contact.

» Immédiatement après, je me préparai à l'étude spectroscopique du contour lunaire. L'appareil dont je devais faire usage est le spectroscope Thollon, bien connu de l'Académie, dont la dispersion équivaut à celle de trente et un prismes de flint ordinaire de 60°. Un excellent objectif de MM. Henry, de $0^m,25$ d'ouverture et de 6^m de distance focale, donnait une image de l'éclipse au foyer d'un collimateur de $0^m,50$, et un miroir plan en verre, argenté à la première surface, à mouvement altazimutal, permettait d'amener et de maintenir un point quelconque de l'image sur la fente du spectroscope. M. Thollon était pourvu d'un appareil en tout sem-

---

[1] Esmat-Effendi a noté le deuxième contact à $8^h 31^m 18^s$. Il n'a pas observé le temps absolu du troisième contact, mais seulement le nombre de secondes écoulées depuis le deuxième.

blable; la seule différence consistait dans l'orientation, qui avait été calculée de manière que la ligne des contacts fût, dans son instrument, perpendiculaire à la fente et parallèle dans le mien.

» Je commence par la région du rouge. Arrivé au groupe B, je constate un renforcement des raies, dans la partie inférieure, *sur le bord de la Lune*. Ce groupe B, tel qu'on le voit dans l'instrument, est constitué par un massif de dix-sept raies très nettes, puis, du côté de A, par une série de raies doubles très régulièrement espacées. Dans cette seconde partie du groupe, c'est toujours la raie la moins réfrangible qui est la plus obscure, et c'est elle aussi qui me paraît subir, sur le bord de la Lune, l'accroissement le plus notable d'intensité. Je cherche à estimer à quelle distance du bord de la Lune s'étend le renforcement. La partie renforcée de chaque ligne me paraît être à peu près le $\frac{1}{40}$ de la hauteur du spectre. Or, la hauteur de la fente, qui est de 7^{mm}, correspond à la huitième partie du diamètre de l'image solaire; d'où il est aisé de conclure que la couche absorbante, si elle existe, qui serait capable de produire le renforcement observé, s'étendrait à 5″ environ du bord de la Lune.

» Le phénomène était beaucoup moins visible dans l'appareil de M. Thollon, comme ont pu le constater MM. Ranyard et André Puiseux. Dans l'hypothèse d'une couche absorbante autour de la Lune, cette différence d'effet s'expliquerait aisément par la différence des orientations; elle en serait même une conséquence nécessaire. Je dois ajouter que, même dans mon appareil, l'accroissement d'intensité des lignes a été pour moi incomparablement plus faible pendant la dernière phase de l'éclipse, très douteux pour M. Ranyard, nul pour MM. Thollon et André Puiseux. Enfin, ni avant le deuxième contact, ni après le troisième, je n'ai observé de renforcement dans aucun des autres groupes telluriques.

» Quelques minutes avant le commencement de la totalité, je m'établissais au spectroscope de M. Thollon, dont la fente, ainsi qu'il a été expliqué, pouvait être placée tangentiellement au croissant lumineux. Je pointai la plus réfrangible des deux raies 1874, et, par des épreuves répétées, je m'assurai que les variations de température, s'il s'en produisait, étaient sans influence appréciable sur la position de la raie, grâce à la couche d'eau qui entourait l'appareil. Je laissai alors la pointe du micromètre sur la raie. Pour maintenir le filet lumineux du croissant sur la fente, j'avais eu recours à l'obligeance d'un de nos compatriotes, établi dans la haute Égypte, M. Frénay, qui avait bien voulu s'exercer à cette manœuvre plusieurs heures avant l'éclipse. Ainsi préparé, j'attendis l'apparition des

lignes brillantes. Il était dans mon programme de rechercher si ces lignes conserveraient entre elles les rapports d'intensité des raies obscures correspondantes. Dans ce but, j'avais décidé de limiter mon examen aux raies 5323,0..., 5327,3.., 5327,7 et à la raie double 1474 de M. Kirchhoff ([1]). A $8^h 27^m 43^s$ je vois, pour la première fois, la raie 1474, la plus réfrangible, s'illuminer. La raie lumineuse est le prolongement exact de la pointe du micromètre. Elle brille par intermittences, ce qui tient sans doute à de petits déplacements de l'image par rapport à la fente, mais ce qui me permet de constater la coïncidence absolue de la raie lumineuse avec la raie obscure.

» L'éclat de la raie augmente rapidement; deux minutes après sa première apparition, je vois le spectre s'amincir graduellement; à $8^h 30^m 21^s$, il n'en reste plus rien; je n'aperçois aucune trace d'un spectre continu, mais aussitôt le champ s'illumine de raies brillantes. Leur apparition est si rapide que je ne puis dire si elle est successive ou simultanée, mais leur nombre est considérable. C'est une véritable pluie de lignes brillantes; le spectacle est vraiment admirable, et ne me laisse qu'un regret, celui d'avoir été condamné, par la dispersion même de l'appareil, à n'opérer que dans une région aussi limitée du spectre. Au bout de trois secondes, toutes les raies lumineuses ont disparu, à l'exception de la raie 1474 qui continue à briller d'un éclat très vif.

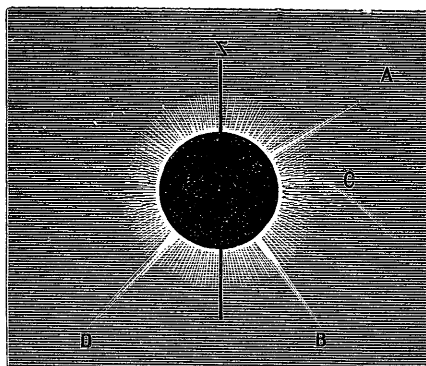
» Je puis affirmer que l'éclat de la raie de la couronne (1474) dépassait beaucoup celui de la raie 5327,3, bien plus intense pourtant dans le spectre ordinaire. Je suis également sûr que la moins réfrangible des deux raies 1474 n'était pas renversée.

» Après quelques secondes de repos, pendant lesquelles je reste les yeux fermés, afin de rendre à ma vue toute son acuité, je sors de la cabane qui abrite les spectroscopes pour regarder la couronne. J'essaye d'en fixer les principaux détails dans un croquis d'après lequel a été fait le dessin que je mets sous les yeux de l'Académie. On y remarque les trois aigrettes A, B, D; mais on n'y aperçoit aucun de ces rayons courbes qui ont été vus dans d'autres éclipses, notamment en 1878. Cette couronne appartient manifestement au type de 1871. C'est, du reste, ce que montrent mieux encore les photographies obtenues par nos collègues anglais. Or 1871 était une époque

---

([1]) La raie 5327,3, qui, suivant M. Thollon, appartient au calcium, est la plus obscure; les deux raies 1474 sont l'une et l'autre de même intensité.

de maximum de taches ; à l'époque de l'éclipse, le nombre des taches était considérable, car nous avons pu en compter vingt-trois la veille du phé-



nomène; il semble donc qu'il y ait une relation entre la fréquence des taches et la structure de la couronne.

» Vers le milieu de la totalité, j'aperçus à droite du Soleil, par un angle zénith d'environ 90°, un trait légèrement courbe vers le bas, d'un effet singulier, et en discordance évidente avec le reste de la couronne. Je n'ai pas eu un seul instant l'idée que ce pouvait être une comète; je n'en ai reconnu la nature qu'une heure après l'éclipse, en comparant mon croquis à l'une des photographies obtenues par le Dr Schuster. Cette photographie montrait nettement le noyau à une distance du bord du Soleil un peu supérieure au diamètre de cet astre; l'angle zénith et la direction de la queue s'accordaient bien avec ce que j'avais dessiné, mais j'avais arrêté le trait à une distance beaucoup trop faible du bord. Je n'ai pas cru cependant qu'il me fût permis de rien changer à mon dessin ([1]). J'aurais voulu aussi dessiner les protubérances telles qu'on les voyait à l'œil nu, mais je n'en ai pas eu le temps.

» Depuis la fin de la totalité jusqu'au quatrième contact, j'ai recommencé l'exploration du bord de la Lune au spectroscope. Ainsi que je l'ai dit plus haut, le renforcement des raies d'absorption sur le bord de la Lune m'a paru beaucoup moins net pendant cette dernière phase de l'éclipse ([2]).

([1]) L'éclat de la comète m'a paru du même ordre que celui des parties extérieures de la couronne. Dans la semaine qui a suivi l'éclipse, je l'ai plusieurs fois cherchée avant le lever et après le coucher du Soleil, mais il m'a été impossible de l'apercevoir.

([2]) J'ai revu aussi, dans les cornes du croissant, les lignes brillantes que j'avais observées au moment de la totalité, mais leur longueur avait beaucoup diminué, et la comparaison des intensités était devenue très difficile.

» Quelques minutes avant la fin de l'éclipse, comme je me préparais à l'observation du quatrième contact, j'ai vu le bord de la Lune se prolonger nettement au delà du disque solaire à une distance que je puis évaluer à 3', mais qui allait en diminuant à mesure qu'on approchait de l'instant du contact. Je ne puis dire s'il s'est produit quelque chose de semblable au commencement de l'éclipse ; ce qui est sûr, c'est que, malgré tous mes efforts, je n'ai pu apercevoir le disque de la Lune ni avant le premier contact, ni après le quatrième.

» A $8^h 54^m 57'$ je notais le dernier contact.

» Je résumerai mes résultats comme il suit :

» 1° La position de la raie verte de la couronne coïncide exactement avec celle de la raie 1474 de Kirchhoff. La grande dispersion de notre spectroscope, le plus puissant qu'on ait jamais appliqué à l'observation d'une éclipse, rend ce résultat très certain.

» 2° Il ne paraît pas que les intensités relatives des raies obscures soient conservées dans le spectre de lignes brillantes. C'est aussi ce qu'a observé M. Lockyer, et c'est un fait qui peut entraîner des conséquences importantes pour la physique solaire.

» 3° Il paraît exister une relation entre la fréquence des taches et la structure de la couronne.

» 4° En ce qui concerne l'accroissement d'intensité des raies d'absorption sur le contour de la Lune, je ne dois formuler mes conclusions qu'avec une grande réserve. Le fait a été pour moi hors de doute dans le groupe B, pendant la première phase de l'éclipse du 17 mai. Je me garderai toutefois d'affirmer l'existence d'une atmosphère lunaire d'après une seule observation. Je crois bien que le renforcement était dû à l'action d'une couche absorbante ; mais de quelle nature? permanente ou accidentelle? Je l'ignore. Présentement, je ne vais pas au delà, mais je ne saurais m'empêcher d'exprimer le vœu qu'on ne laisse point échapper l'occasion exceptionnellement favorable, que l'éclipse prochaine du mois de mai 1883 offrira aux astronomes, de contribuer au progrès de la Physique solaire et peut-être à l'avancement de nos connaissances relativement à l'état physique de notre satellite. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse du 17 mai 1882.* Note de M. A. Puiseux.

« J'ai observé, à côté de M. Thollon, avec la lunette dite *de l'Empereur*, que M. l'amiral Mouchez avait bien voulu, pour la circonstance, prêter à l'Observatoire de Nice. Cette lunette était fixée sur une longue planchette qui portait en même temps le spectroscope.

» L'image du Soleil donnée par l'objectif de cette lunette, image d'environ $0^m,01$ de diamètre, se projetait sur la fente du collimateur. Ce collimateur provient d'un spectroscope chimique de Steinheil appartenant à M. Thollon. Une rainure pratiquée dans la planchette permettait de faire glisser le collimateur jusqu'à amener l'image focale du Soleil à se former exactement sur la fente.

» Au sortir du collimateur, les rayons lumineux tombent sur un réseau. Ce réseau (de 12641 lignes au pouce anglais) a été donné à l'Observatoire de Nice par M. Rutherfurd; j'ai observé dans le second ordre. La lunette provenant du même spectroscope que le collimateur était munie d'une échelle sur verre argenté, divisée au $\frac{1}{10}$ de millimètre et permettant d'estimer le $\frac{1}{100}$: cette échelle couvrait la moitié inférieure du champ.

» Tout l'instrument était monté sur un trépied en bois et adapté à une monture permettant deux mouvements de rotation autour de deux axes rectangulaires. Cette monture, construite à la hâte à l'Observatoire quelques jours avant notre départ, était loin de jouir de toute la stabilité désirable. Pendant toute la durée de l'éclipse partielle, j'ai observé les cornes du croissant lumineux : ce n'est guère que deux minutes avant la totalité que j'ai commencé à voir brillante la raie D_3 du hélium; presque immédiatement après, les raies C, F et les quatre raies du groupe *b* se sont illuminées; puis, une minute environ avant la totalité, la raie 1474 de Kirchhoff; quelques secondes après, le nombre des raies brillantes a augmenté très rapidement sans que j'aie pu déterminer dans quel ordre, et six ou sept secondes avant la totalité il m'a semblé que toutes les raies noires du spectre avaient fait place à autant de raies brillantes. Je n'ai observé ces raies qu'à l'extrémité même du croissant : elles disparaissaient complètement à une distance de la corne si petite, que je n'ai pas pu l'apprécier.

» Au moment de la totalité, les raies brillantes m'ont semblé disparaître beaucoup plus vite qu'elles ne s'étaient montrées, et le spectre de la chromosphère a fait place à celui de la couronne sans que j'aie pu apercevoir

le spectre continu. Voici les raies que je crois pouvoir affirmer avoir vues dans le spectre de la couronne :

» Les raies C et F de l'hydrogène;

» La raie D_3;

» La raie 1474;

» Deux raies du groupe *b*, probablement deux raies du fer;

» Une raie située entre 1474 et E, mais dont je n'ai pu déterminer la position à cause de l'éclairement insuffisant de mon échelle.

» Quelques secondes après le commencement de la totalité, ainsi qu'il était convenu, je quittai ma lunette pour transcrire les numéros des raies que M. Thollon observait en ce moment dans le spectre de la couronne; à partir de cet instant, je n'ai plus observé. J'étais, d'ailleurs, bien aise de pouvoir jeter un coup d'œil sur le beau spectacle que présentait en ce moment le Soleil avec son auréole lumineuse; mais, ainsi qu'il arrive toujours lorsqu'on observe une éclipse pour la première fois, je croyais à peine avoir regardé le phénomène pendant une dizaine de secondes que la réapparition subite de la lumière annonçait la fin de l'éclipse; elle avait pourtant duré environ soixante-dix secondes. »

M. le **Président**, sur la proposition de M. Dumas, prie la Section d'Astronomie et la Section de Navigation de préparer un programme destiné à l'expédition qui serait chargée d'observer la nouvelle éclipse de Soleil en mai 1883.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse la lettre suivante à M. Dumas, Président de la Commission du prix Volta.

Paris, le 17 juin 1882.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous transmettre l'ampliation d'un Décret qui ouvre pour une seconde période de cinq années le Concours Volta.

» Cette décision répond au désir que vous m'aviez exprimé, au nom de la Commission du prix Volta, et que j'ai été heureux d'appuyer auprès de M. le Président de la République.

» Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

» Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

» Jules Ferry. »

Le Concours pour le prix Volta est ouvert pour une seconde période de cinq années (finissant le 31 juillet 1887).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Revues scientifiques, publiées par le Journal *la République française* », sous la direction de M. P. Bert; 4e année. Ce Volume contient des dissertations du plus grand intérêt sur les questions les plus délicates de la Philosophie naturelle.

M. **de Lesseps**, ayant été invité par sir Edgar Watking, directeur du percement du tunnel sous-marin, à en visiter les travaux, est chargé de témoigner à l'Académie le désir de voir quelques-uns de ses membres prendre part à cette réunion; elle aura lieu le 30 juin.

M. **Daubrée** ajoute que ceux de ses confrères qui se rendront à cette gracieuse invitation verront sans doute avec intérêt fonctionner la machine du colonel Beaumont qui, du côté de l'Angleterre, près Douvres, a déjà foré la galerie de reconnaissance sur plusieurs centaines de mètres, et qui vient d'être établie, avec des perfectionnements, au fond de la galerie de reconnaissance partant de Sangatte, près Calais.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation linéaire.* Note de M. G. **Darboux**.

« Dans mes recherches sur la représentation sphérique, j'ai montré comment on était conduit à l'équation de Lamé en étudiant les solutions d'une certaine forme de l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \frac{m(1-m)}{(\alpha-\beta)^2} z.$$

» La considération d'une équation aux dérivées partielles plus générales m' a conduit de même à l'équation linéaire

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned}\frac{d^2 y}{dx^2} = \Bigg[&\frac{\mu(\mu+1)}{\operatorname{sn}^2 x} + \frac{\mu'(\mu'+1)\operatorname{dn}^2 x}{\operatorname{cn}^2 x} \\ &+ \frac{\mu''(\mu''+1)k^2\operatorname{cn}^2 x}{\operatorname{dn}^2 x} + n(n+1)k^2\operatorname{sn}^2 x + h\Bigg] z,\end{aligned}\right.$$

qui comprend évidemment l'équation de Lamé comme cas particulier, et

qui peut être considérée comme une transformée de la suivante,

$$t(1-t)(1-k^2t)\frac{d^2y}{dx^2}+\varphi(t)\frac{dx}{dt}+\psi(t)y=0,$$

où φ et ψ désignent deux polynômes du premier et du second degré respectivement.

» Cette dernière équation, la plus simple après celle à laquelle satisfait la série hypergéométrique, a déjà été étudiée par différents géomètres. Si on la ramène à la forme (1), on reconnaît immédiatement son analogie avec l'équation de Lamé, et l'on voit aussi que les méthodes données par M. Hermite peuvent lui être appliquées. Au reste, dans son beau Mémoire sur des cas particuliers de Lamé, inséré au tome 89 du *Journal de Borchardt*, M. Hermite a déjà fait connaître une équation plus générale que celle de Lamé, et qui se ramène également à celles qui sont comprises dans la forme (1).

» L'équation (1) a quatre points singuliers qui correspondent aux valeurs de x :

$$x=m\mathrm{K}+ni\mathrm{K}'.$$

» Elle jouit, en outre, de la propriété de ne pas changer de forme quand on augmente x de multiples quelconques de K et de iK'. On peut donc se borner à discuter l'un des points singuliers, par exemple celui qui correspond à la valeur $x=0$.

» Toutes les fois que μ n'est pas la moitié d'un nombre entier impair, on trouve, dans le domaine de ce point, les deux intégrales régulières

$$y'=\mathrm{sn}^{\mu+1}x(\alpha_0+\alpha_1\,\mathrm{sn}^2x+\ldots),$$
$$y''=\mathrm{sn}^{-\mu}\,x(\alpha'_0+\alpha'_1\,\mathrm{sn}^2x+\ldots),$$

qui sont évidemment uniformes toutes les fois que μ est entier. Donc, *lorsque* μ, μ', μ'', *n seront entiers, l'intégrale générale de l'équation* (1) *sera complètement uniforme*, et, par conséquent, d'après le beau théorème de M. Picard, elle s'exprimera en général par des fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» Pour obtenir l'intégrale, je choisis, parmi les différentes méthodes que nous devons à M. Hermite, celle qu'il a fait connaître en 1872, dans son Cours de l'École Polytechnique, et qui est exposée dans le tome IX des *Annali di Matematica*. J'effectue d'abord la substitution

$$y=z\,\mathrm{sn}^{-\mu}x\,\mathrm{cn}\,x^{-\mu'}\mathrm{dn}^{-\mu''}x=z\mathrm{H}.$$

» Il est aisé de vérifier que l'on a

$$\frac{H''}{H} = \frac{\mu(\mu+1)}{\mathrm{sn}^2 x} + \mu'(\mu'+1)\frac{\mathrm{dn}^2 x}{\mathrm{cn}^2 x}$$
$$+ \mu''(\mu''+1)\frac{k^2\,\mathrm{cn}^2 x}{\mathrm{dn}^2 x} + \theta(\theta-1)k^2\,\mathrm{sn}^2 x - (\mu+\mu')^2 - k^2(\mu+\mu'')^2,$$

θ désignant la somme $\mu + \mu' + \mu''$, et de former l'équation à laquelle satisfait z. Cette équation est la suivante,

$$(2)\qquad z'' + \frac{2H'}{H}z' = z[(n-\theta+1)(n+\theta)k^2\,\mathrm{sn}^2 x + h_1],$$

h_1 désignant une constante différente de h. La nouvelle fonction z n'aura plus qu'un seul pôle $x = iK'$, et, par conséquent, si l'on forme l'équation aux produits de deux intégrales, cette équation de troisième ordre devra admettre comme solution particulière une fonction rationnelle et entière de $\mathrm{sn}^2 x$.

» Posons

$$\mathrm{sn}^2 x = t,$$

$$M = t^{\frac{1-2\mu}{2}}(1-t)^{\frac{1-2\mu'}{2}}(1-k^2t)^{\frac{1-2\mu''}{2}}\quad 2B = (n-\theta+1)(n+\theta)k^2t + h_1,$$

l'équation aux produits sera

$$(3)\qquad u''' + \frac{3M'}{M}u'' + \left(\frac{M''}{M} + \frac{M'^2}{M^2} + \frac{2B}{A}\right)u' + \left(\frac{BA' - AB'}{A^2} - \frac{2BM'}{AM}\right)u = 0.$$

» Mais si l'on chasse les dénominateurs, on n'obtient plus cette forme régulière qui se présentait dans le cas de l'équation de Lamé. Le coefficient de chaque dérivée n'est plus un polynôme d'un degré égal à l'ordre de cette dérivée. Si l'on cherche à satisfaire à cette équation en prenant un polynôme d'ordre $n+\theta$, on n'obtient donc pas $n+\theta$ équations seulement, comme cela aurait lieu dans le cas de l'équation de Lamé; mais on doit satisfaire à $\theta+n+3$ conditions, en disposant seulement des $\theta+n$ coefficients du polynôme. Il est évident, *a priori*, et il est possible de démontrer directement que trois de ces conditions sont la conséquence des autres. Il suffit, pour cela, de s'appuyer sur les propriétés des points singuliers de la nouvelle équation en u, propriétés qui sont des conséquences de celles qui ont été démontrées relativement à l'équation (1).

» Une fois le polynôme u déterminé, l'intégration s'achève, comme on sait, sans aucune difficulté.

» On peut encore intégrer l'équation (1) en laissant arbitraire la con-

stante h, dans d'autres cas; par exemple, si μ, μ', μ'', n sont des moitiés de nombres impairs et si leur somme est impaire. Mais alors il faut employer des intégrales définies. »

MÉCANIQUE. — *Les déplacements qu'entraînent de petites dilatations ou condensations quelconques produites, dans tout milieu homogène et isotrope indéfini, sont calculables à la manière d'une attraction newtonienne.* Note de M. J. Boussinesq, présentée par M. de Saint-Venant.

« Les petits mouvements d'un solide indéfini, homogène et isotrope, sont régis, comme on sait, par les trois équations

$$(1) \qquad \left(\frac{d^2}{dt^2} - a^2 \Delta_2\right)(u, v, w) = (A^2 - a^2)\frac{d\theta}{d(x, y, z)},$$

où u, v, w désignent les déplacements suivant les trois axes, à l'époque t, de la molécule ayant les coordonnées d'état naturel x, y, z, a^2 le quotient du coefficient de l'élasticité de glissement, μ, par la densité primitive du solide, A^2 le quotient, par la même densité, de la somme, $\lambda + 2\mu$, de l'autre coefficient d'élasticité et du double de celui de glissement, enfin θ la dilatation cubique

$$(2) \qquad \theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}.$$

» Ces trois équations (1), differentiées en x, y, z et ajoutées, donnent d'ailleurs, comme on le sait aussi,

$$(3) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} = A^2 \Delta_2 \theta;$$

et celle-ci, qui rentre dans le type de l'équation du son, fera connaître, par son intégration, les dilatations θ produites à toute époque t, dès qu'on aura évalué pour l'instant $t = 0$, au moyen des données d'état initial, les valeurs de θ et de sa dérivée première par rapport à t. L'expression générale de θ aux différents endroits (x_1, y_1, z_1) de l'espace étant ainsi une certaine fonction connue $\theta(x_1, y_1, z_1, t)$, imaginons, répandue en tous ces endroits, une matière dont la densité, variable d'un instant à l'autre, égalerait partout le quotient de θ par 4π; et appelons Φ le potentiel ordinaire relatif à cette matière pour le point quelconque (x, y, z), c'est-à-dire l'expression

$$(4) \qquad \Phi = \frac{1}{4\pi}\int \frac{\theta(x_1, y_1, z_1, t)\, d\varpi}{r},$$

où $d\varpi$ est un élément de l'espace, situé en (x_1, y_1, z_1), et r sa distance au point considéré (x, y, z). On aura, par le théorème de Poisson,

$$\Delta_2 \Phi = -\theta(x, y, z, t);$$

et comme on peut prendre, autour de tous les points (x, y, z), un même nombre d'éléments de volumes $d\varpi$, égaux chacun à chacun et pareillement disposés, mais où les valeurs de θ varient de leurs différentielles en x_1, y_1, z_1 quand x, y, z grandissent de dx_1, dy_1, dz_1, il viendra aussi, en tenant compte finalement de (3) et (4),

$$-\theta \quad \text{ou} \quad \Delta_2 \Phi = \frac{1}{4\pi} \int (\Delta_2 \theta) \frac{d\varpi}{r} = \frac{1}{4\pi A^2} \int \frac{d^2\theta}{dt^2} \frac{d\varpi}{r} = \frac{1}{A^2} \frac{d^2\Phi}{dt^2}.$$

» Par conséquent, la fonction Φ satisfait aux deux équations (dont la première pourra faciliter beaucoup son calcul)

$$(5) \qquad \frac{d^2\Phi}{dt^2} = A^2 \Delta_2 \Phi = -A^2 \theta, \quad \Delta_2 \Phi = -\theta.$$

» Il en résulte $\left(\frac{d^2}{dt^2} - a^2 \Delta_2\right)(-\Phi) = (A^2 - a^2)\theta$, relation qui, différentiée en x, y, z et jointe à la seconde (5), montre qu'on satisfait à (1) et (2) en prenant

$$(6) \qquad u = -\frac{d\Phi}{dx}, \quad v = -\frac{d\Phi}{dy}, \quad w = -\frac{d\Phi}{dz}.$$

» Ainsi, *les dilatations effectives produites dans les diverses parties du corps peuvent résulter de déplacements égaux et contraires, à chaque instant et en chaque point, à l'attraction newtonienne qu'exercerait en même temps et au même point, sur l'unité de masse, une certaine matière, ayant sa densité partout proportionnelle à ces dilatations.* Par suite, *le déplacement opposé, qui ramènerait chaque particule dans sa situation d'état naturel, est représenté en direction et en grandeur par l'attraction dont il s'agit.*

» Les expressions (6) de u, v, w seront celles des véritables déplacements si, pour $t = 0$, leurs valeurs et leurs dérivées premières en t se confondent avec les déplacement initiaux et les vitesses initiales données. Dans le cas contraire, il faudra y joindre des termes U, V, W qui, pris seuls, exprimeront des déplacements effectués sans changement de densité, ou donnant $\theta = 0$, et qui, par suite, d'après (1), se calculeront séparément en intégrant des équations comme $\frac{d^2U}{dt^2} = a^2 \Delta_2 U$; en sorte que la vitesse de

propagation a de ces mouvements sera bien différente de celle A, avec laquelle se propagent les changements de densité.

» Quand les vitesses initiales sont nulles, les dérivées premières en t de la dilatation θ et des parties correspondantes (6) de u, v, w s'annulent aussi pour $t = 0$, et il en est, par suite, de même de celles de U, V, W. Si, de plus, θ ne diffère initialement de zéro qu'à l'intérieur de régions limitées, l'équation (3), multipliée par $d\varpi = dx\,dy\,dz$ et intégrée entre des limites assez écartées pour que θ ne cesse pas de s'annuler à ces limites, montrera que la dérivée seconde en t de l'intégrale $\int \theta\, d\varpi$ étendue à tout l'espace est alors constamment nulle; ce qui entraînera l'invariabilité de cette intégrale, ou de la valeur algébrique totale de la masse fictive dont Φ est le potentiel, et, par suite, la tendance vers zéro de Φ. En effet, la masse en question finira par s'éloigner indéfiniment du point quelconque donné (x, y, z) et par avoir, en outre, toutes ses parties à des distances r du même point sensiblement égales, ou dont les différences resteront finies; et il résulte de la deuxième de ces circonstances que la somme absolue, $\int \sqrt{\theta^2}\, d\varpi$, des éléments $\theta\, d\varpi$ pourra devenir incomparablement plus grande que n'est leur somme algébrique constante, c'est-à-dire avoir un terme de l'ordre de r, sans que l'intégrale $\int \frac{\theta\, d\varpi}{r}$, dont l'excédent sur $\frac{\int \theta\, d\varpi}{r}$ sera comparable à $\frac{\int \sqrt{\theta^2}\, d\varpi}{r}$, cesse de tendre vers zéro pour r infini. Ainsi Φ égalera zéro à la limite $t = \infty$; et la première (5), en vertu de laquelle la dérivée seconde de Φ par rapport à t s'annule quand θ s'annule, montre même que Φ sera égal à zéro, dans une petite région comprenant le point (x, y, z), dès que θ s'y sera définitivement annulé. Par conséquent, les expressions (6) de u, u, w seront dès lors nulles, et la molécule (x, y, z) aura déjà retrouvé, pour les garder désormais, ses coordonnées d'état naturel, en ce qui concerne du moins la portion des mouvements liée aux changements de la densité.

» S'il s'agit, en particulier, d'un fluide, on aura $\mu = 0$, ou $a = 0$, et il viendra simplement $(\mathrm{U}, \mathrm{V}, \mathrm{W}) = 0$, pourvu qu'on prenne comme situations d'état naturel celles où restent les molécules quand l'équilibre est rétabli. Ainsi, les déplacements u, v, w se réduiront à leurs parties (6) que régit la loi de l'attraction newtonienne, conformément au résultat démontré dans le dernier alinéa de ma Note du 29 mai 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1465). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide carbonique de l'air à effectuer au cap Horn;* par MM. **A. Müntz** et **E. Aubin**.

« Suivant le désir exprimé par M. Dumas, dans la séance du 22 mars, et guidés par ses conseils, nous avons préparé le matériel nécessaire pour faire effectuer, par notre méthode, le dosage de l'acide carbonique de l'air pendant le séjour, au cap Horn, de la Mission scientifique.

» Chacun des tubes étirés, contenant la ponce potassée, est renfermé dans un étui métallique dans lequel il est fixé par des rondelles de caoutchouc. Il est ainsi garanti contre les accidents qui pourraient en amener la rupture. L'étui est disposé de telle sorte qu'il est inutile d'en sortir le tube pour effectuer les prises d'air.

» L'aspirateur est constitué par une pipette en tôle galvanisée de 150^{lit}, placée dans un réservoir rempli d'eau. On soulève cet aspirateur à l'aide de contre-poids qui règlent la vitesse d'écoulement de l'eau. Il se remplit automatiquement en redescendant, par son propre poids, dans le réservoir d'eau. La même eau sert indéfiniment, et la manœuvre est ainsi considérablement simplifiée.

» Une conduite en tube d'étain amène l'air pris à distance.

» Deux aspirateurs, représentant 300^{lit} d'air, suffiront pour chaque prise; ils permettront d'obtenir près de 90^{cc} d'acide carbonique : la précision sera donc suffisante.

» M. le Dr Hyades, qui s'est chargé de faire ces opérations, s'est, au préalable, familiarisé avec le maniement de nos appareils. Il y a donc lieu de compter sur un résultat satisfaisant.

» Les jours et les heures des prises à effectuer ont été déterminés d'avance; on pourra ainsi faire des prises simultanées dans d'autres stations.

» Outre ces prises régulières, il en sera fait d'intercalaires, chaque fois que les phénomènes météorologiques rendront cette recherche intéressante.

» M. le Dr Hyades emporte, en outre, des tubes de Regnault pour prélever des échantillons d'air normal et des gaz produits par les phénomènes volcaniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. AD. RENARD, présentée par M. Wurtz.

« J'ai indiqué précédemment la présence, dans les produits de la distillation de la colophane, des acides butyrique et valérique. On peut les obtenir en traitant par de la lessive de soude les portions d'essence brute distillant jusqu'à 250° environ. La liqueur alcaline, saturée par de l'acide chlorhydrique, laisse remonter une couche huileuse d'un brun noir que l'on soumet à la distillation en recueillant tout ce qui passe avant 200°. Le résidu est alors formé d'une matière résineuse qui se solidifie en partie par le refroidissement. Le produit distillé, additionné d'une forte proportion d'eau, est saturé par de la craie et la liqueur filtrée et évaporée, décomposée par de l'acide chlorhydrique, abandonne les acides que l'on soumet à des distillations fractionnées. On obtient ainsi une certaine quantité d'acide butyrique bouillant de 152° à 155°, qui, comme l'a démontré M. Kelbe, est de l'acide isobutyrique et une proportion relativement considérable d'acide valérique.

» Le rendement en acides est d'environ 2 à 3 pour 100 du poids de l'essence.

» L'acide valérique, obtenu par la méthode précédente, et qui fait l'objet de cette Note, bout de 173° à 175°, sa densité à $+16° = 0,941$. Il présente de grandes analogies avec l'acide valérique ordinaire, mais s'en distingue nettement par son sel de zinc. Voici, du reste, les résultats auxquels je suis arrivé par l'étude de quelques-uns de ses éthers et de ses sels.

» *Ether méthylique.* — Point d'ébullition 114° – 116° ($H = 762$). Densité à $+16 = 0,8908$.

» *Ether éthylique.* — Point d'ébullition 131°-133° ($H = 762$). Densité à $+16 = 0,8743$.

» *Ether amylique.* — Point d'ébullition 182°-184° ($H = 762$). Densité à $+18° = 0,8633$.

» *Sel d'argent.* — Poudre cristalline, anhydre, soluble dans l'eau bouillante et altérable à la lumière.

» *Sel de calcium* $(C^5H^9O^2)^2Ca + 5H^2O$. — Très soluble dans l'eau, il cristallise par évaporation lente de sa solution en présence de l'acide sulfurique, en longues aiguilles qui s'effleurissent à l'air. Il perd toute son eau de cristallisation dans l'air sec.

» *Sel de baryum* $(C^5H^9O^2)^2Ba + H^2O$. — Très soluble dans l'eau. Aban-

donnée sous une cloche en présence d'acide sulfurique, sa solution devient sirupeuse et laisse déposer ce sel sous forme de cristaux brillants. Il perd une partie de son eau dans l'air sec et le reste à 100°.

» *Sel de plomb* $(C^5H^9O^2)Pb$. — Se dépose par évaporation lente de sa solution en plaques cristallines fusibles au-dessous de 100°.

» *Sel de zinc.* — Obtenu en saturant une solution aqueuse d'acide valérique par du carbonate de zinc. Ce sel est plus soluble à froid qu'à chaud. Sa solution, sous l'influence de la chaleur, se trouble et laisse déposer une partie du sel qu'elle tenait en solution sous forme de flocons blancs qui se redissolvent par le refroidissement, mais qu'on peut isoler en soumettant le liquide chaud à une filtration rapide.

» La solution de ce même sel, évaporée lentement sous une cloche en présence d'acide sulfurique, abandonne, après environ deux mois, des cristaux mamelonnés de valérate de zinc, dont la composition est identique à celle du sel isolé par l'action de la chaleur.

» Quel que soit son mode de préparation, ce valérate de zinc renferme 3^{mol} d'eau ($C^5H^9O^2Zn + 3H^2O$, qu'il perd dans l'air sec. Abandonné longtemps à l'étuve à 100°, il se ramollit et s'altère légèrement en perdant un peu d'acide valérique.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de signaler le concours que m'a prêté dans ce travail M. Léon Lefebvre, élève du laboratoire de l'École d'Industrie de Rouen. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les microzymas comme cause de la décomposition de l'eau oxygénée par les tissus des animaux et des végétaux;* par M. **Béchamp**.

« Dans une précédente Note, j'ai rappelé que Thenard avait fait deux remarques importantes, que l'on peut énoncer ainsi :

» 1° Les principes immédiats (selon la définition de M. Chevreul) organiques, d'origine tant végétale qu'animale, ne dégagent pas l'oxygène du bioxyde d'hydrogène : *la fibrine du sang fait exception.*

» 2° La matière organisée des organes et des tissus animaux décompose l'eau oxygénée à la manière des métaux et oxydes métalliques et sans absorber la plus petite quantité d'oxygène, sans éprouver, par conséquent, la moindre altération apparente, quand le bioxyde n'est pas très concentré.

» Or l'exception signalée par Thenard dans la première remarque tient à ce que la fibrine, qu'il considérait comme étant un principe immédiat,

est en réalité une membrane à microzymas. La fibrine rentre donc dans la catégorie des corps que Thenard appelait *tissus organiques*; s'il en est vraiment ainsi, la première remarque ne souffrirait pas d'exception.

» Mais le grand chimiste ne s'en est pas tenu là; ayant recherché « quelle » quantité de bioxyde d'hydrogène peut être décomposée par les corps » capables de mettre l'oxygène de ce bioxyde en liberté », il a trouvé que certains métaux, le platine, l'or, l'argent, etc., « possèdent la propriété » d'en décomposer une quantité infinie » et que les « oxydes de manganèse, » de cobalt, de plomb et le charbon paraissent doués de la même pro» priété ». Il étendit ces recherches aux matières animales; « plusieurs de » ces matières, dit-il, telles que la fibrine extraite récemment du sang, les » tissus du poumon, du foie, des reins, etc., ont dégagé pendant bien » longtemps, et presque toujours avec la même force, l'oxygène de l'eau » oxygénée; mais d'autres, telles que les ongles, le fibro-cartilage des côtes » et même les tendons, la peau ont bientôt cessé d'agir presque entière» ment, sans qu'il fût possible d'apercevoir d'altération sensible. » Mais pourquoi cet affaiblissement? Il pensait : « ou que la matière par elle» même perd insensiblement la force d'agir, ou qu'elle ne la perd que » parce qu'elle se combine avec certains corps que retient toujours la » liqueur, par exemple avec un peu de silice. » Telles sont, en résumé et textuellement, les observations de Thenard.

» Après la découverte de la cause qui communique à la fibrine la propriété remarquable constatée par Thenard, il y avait lieu de rechercher si la cause n'est pas la même ou de même ordre qui agit dans tous les tissus organisés. Elle est réellement du même ordre; mais une grande difficulté se présente aussitôt à l'esprit quand on veut la spécifier : le sang pénètre partout dans l'organisme animal; dès lors la propriété des tissus de décomposer l'eau oxygénée ne tiendrait-elle pas aux microzymas que le sang y aurait laissés même après l'hydrotomisation? J'ai cherché à lever cette difficulté, et je crois être parvenu à démontrer que les microzymas des différents organes et tissus, déjà fonctionnellement différents, le sont encore par l'énergie inégale avec laquelle ils agissent sur l'eau oxygénée.

» J'ai donc étudié les microzymas des différents tissus à l'état isolé et dans plusieurs circonstances. J'ai expérimenté en suivant les traces de Thenard, c'est-à-dire en introduisant successivement un volume connu d'eau oxygénée et la matière décomposante dans une cloche pleine de mercure. Mais ici surgit une nouvelle difficulté : si l'eau oxygénée est parfaitement privée d'acide, le mercure en dégage un peu d'oxygène; si, comme le

faisait Thenard, on l'acidifie légèrement, on tarit l'activité des microzymas, ainsi que je l'ai montré pour ceux de la fibrine. D'un autre côté, il est impossible de se mettre absolument à l'abri des microzymas atmosphériques. Dans chaque série d'expériences, je notais, à l'aide d'un témoin, ce qui est dû au mercure et aux germes atmosphériques. Le tableau suivant contient le résumé des particularités que j'ai observées.

Quantité d'oxygène dégagé d'un volume donné de bioxyde d'hydrogène aqueux.

		Durée de la réaction.						
Nature de la substance réagissante.	Vol. HO^2.	20m.	3h.	4h.	5h.	24h.	26h.	44h.
Mercure seul, dans gros tube......	5cc	»	0,5cc	»	»	1cc	»	»
Bioxyde de manganèse...........	2	26cc	»	»	»	27	»	»
Sérum sanguin, bien filtré, 4cc....	5	0,5	»	»	»	3	»	»
Sérum sanguin, filtré sur SO^3BaO. 2cc.	2	»	»	0,1cc	»	»	»	1,2cc
Mercure seul, dans un petit tube..	2	»	»	»	»	»	»	0,6
Microzymas sang non défibriné, lavés éther........................	5	»	38,5	»	»	46	»	»
Microymas du foie, secs (mouton)..	5	»	28,5	»	»	37,5	»	»
Microzymas foie de mouton, hydrot. frais......................	2	»	»	»	»	21	»	»
Microzymas contenant quelques bactéries......................	2	»	»	»	»	22	»	»
Microzymas de sang non défibriné..	2	»	»	18,5	»	20,5	»	21
Microzymas de sang défibriné.....	2	12,5	»	»	18,6cc	»	20cc	»
Microzymas pulmonaires de mouton (hydrot.)....................	2	»	»	»	»	21,4	»	»
Microzymas, autre préparation.....	2	15	»	»	»	27,3	»	»
Microzymas pulmonaire hydrotomisé de chien (charbon.)...........	2	18	»	»	»	29	»	»
Microzymas de la rate (chien).....	2	»	»	»	»	9,8	»	»
Microzymas du cœur (chien)......	2	»	»	»	»	12,5	»	»
Muscle bien lavé du cœur de chien..	2	»	»	»	»	8,8	»	»
Microzymas pancréas de chien, frais.	2	»	»	»	»	3,4	»	»
Microzymas pancréas, bœuf, secs, anciens......................	2	»	»	»	»	2	»	»
Microzymas, cerveau de chien.....	2	»	»	»	»	2,8	»	»
Pulpe de cerveau de chien........	2	»	»	»	»	1,3	»	»
Microzymas de cœur de mouton...	2	»	»	»	»	3,3	»	»
Infusion de cœur de mouton, filtré sur SO^3BaO..................	2	»	»	»	»	1	»	»
Osséine ou périoste de mouton, purs.	2	»	»	»	»	1	»	»

Nature de la substance réagissante.	Vol. HO^2.	Durée de la réaction. 20m.	3h.	4h.	5h.	24h.	26h.	44h.
Osséine, la même, finement divisée.	2	»	»	»	»	0,8	»	»
Ongles, bien lavés à HCl et à l'eau..	2	»	»	»	»	0,4	»	»
Corne de mouton, divisée, lavée, etc.	2	»	»	»	»	0,6	»	»
Os de mouton, bien lavé.........	2	»	»	»	»	0,8	»	»
Microzymas gastriques (des glandes de chien)....................	2	»	»	»	»	0,4	»	»
Microzymas du suc gastrique de chien.	2	»	»	»	»	6	»	»
Microzymas d'urine humaine, avec bactéries....................	2	»	»	»	»	14	»	»
Poussières du laboratoire.........	2	»	»	»	»	0,5	»	»

Remarque. — Dans chaque expérience on employait le même volume de chaque substance, à l'état humide, environ 1cc.

» Ce sont les microzymas du poumon qui possèdent la plus grande activité(1); au début elle est aussi vive que celle du bioxyde de manganèse; mais l'action diminue bientôt, et il faut attendre pour que la totalité du bioxyde d'hydrogène soit décomposée; viennent ensuite les microzymas du sang et ceux du foie. Pour ce qui est des microzymas du muscle cardiaque et de la rate, il y a incertitude sur la question de savoir si l'activité n'est pas attribuable à un reste de microzymas sanguins; il en est de même pour les microzymas cérébraux. Mais l'activité des microzymas isolés du suc gastrique de chien est bien personnelle, de même que celle des microzymas vésicaux évolués en bactéries. Notons la netteté d'action des ongles, de la corne, de l'osséine et du périoste, et des microzymas des glandes stomacales.

» Dans une prochaine Note, je prierai l'Académie de me permettre de revenir sur les microzymas du sang. »

CHIMIE. — *Sur diverses propriétés de l'acide cyanhydrique.* Note de M. Ch. Brame.

« I. L'acide cyanhydrique, en vapeur, détermine un trouble à peine sensible dans le blanc d'œuf et dans une solution d'albumine. L'acide cyanhydrique, dissous dans l'eau, précipite abondamment l'albumine pure ou en dissolution aqueuse.

(1) Le poumon du chien était anthracosé.

» II. La conservation des cadavres d'animaux intoxiqués par l'acide cyanhydrique s'est prolongée pendant une année. Des lapins, etc., intoxiqués par cet acide, et qui ont figuré à l'Exposition artistique et industrielle de Tours, sont encore bien conservés, bien qu'ils aient subis, à plusieurs reprises, dans le cours de l'Exposition, 38° de chaleur.

» III. Au bout de plusieurs mois les cadavres d'animaux injectés ou intoxiqués par l'acide cyanhydrique, et conservés dans des bocaux bouchés, perdent toute odeur de cet acide et contractent celle du formiate d'ammoniaque, sel qui se retrouve dans le liquide séreux.

» IV. Le formiate d'ammoniaque, préparé directement avec de l'acide formique et de l'ammoniaque, donne une matière cristalline déliquescente, de sorte que, pour l'obtenir, il faut évaporer la solution à l'abri de l'air sur de l'acide sulfurique.

» V. Dans les embaumements par l'acide cyanhydrique, il sera nécessaire d'introduire dans le cadavre, après cet acide, une petite quantité de matières absorbant l'eau en se durcissant (chlorure de zinc). »

MINÉRALOGIE. — *Composition chimique des diverses couches d'un courant de lave de l'Etna.* Note de M. L. Ricciardi.

« Le courant que j'ai étudié sur place à la carrière dite des *Botte dell' acqua,* dépendant de la commune de Catane, a été vomi lors de l'éruption de 1669, qui entoura cette ville et combla une partie de son port. Ce courant a environ 18^m de hauteur et recouvre la lave de l'an 253 de l'époque romaine en certains points et le terrain cultivé en d'autres.

» La partie supérieure, composée en grande partie de scories, est appelée par les carriers du pays *pierre molle;* au-dessous, deux couches poreuses, dont les minéraux constituants sont peu visibles, portent le nom de *tufs;* après ces couches, qui ont ensemble 3^m d'épaisseur, en vient une autre d'à peu près 14^m, très compacte, appelée *pierre fondue,* dans laquelle il est impossible de discerner à l'œil nu la plus petite cellule. On aperçoit ensuite une cinquième couche remplie de petites cavités et dite, pour cela, *cellulaire à œils de perdrix;* enfin vient la partie la plus inférieure, qui ressemble beaucoup à celle qui est exposée à l'air. J'ai détaché et analysé six échantillons, pris sur une même verticale, et que je désignerai par les lettres : *a,* pierre molle; *b, c,* tufs; *d,* pierre fondue; *e,* cellulaire à œils de perdrix; *f,* couche inférieure.

» Ces six échantillons agissent tous sur l'aiguille aimantée et sont diversement colorés :

	A l'état naturel.	Pulvérisés.
a........	Gris de fer foncé.	Gris foncé rougeâtre.
b........	Gris jaunâtre.	Gris.
c........	Gris de fer.	Gris clair.
d........	Gris clair.	Gris d'argile.
e........	Gris foncé.	Gris foncé rougeâtre.
f........	Rouge brique.	Gris foncé.

» Ces poudres humectées colorent légèrement en bleu le papier de tournesol; exposées au dard du chalumeau, elles fondent en donnant un verre noirâtre, homogène, très magnétique. Fondues avec le sel de phosphore et le borax, elles donnent la perle de fer.

» Les acides minéraux les décomposent partiellement à chaud, en produisant une légère effervescence et un développement d'acide carbonique; traitées par l'acide chlorhydrique, elles ne dégagent pas d'acide sulfhydrique, comme cela arrive toujours pour les laves du Vésuve. Humectées avec une solution concentrée de potasse caustique et soumises à l'action d'une chaleur modérée, elles développent une petite quantité d'ammoniaque. Enfin l'analyse qualitative a mis en évidence des traces de chlorures de chrome, de nickel et de cobalt. Les principaux composés minéralogiques visibles à l'œil nu sont le pyroxène et le labradorite, accompagnés de petits cristaux d'olivine.

Composition centésimale.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
Anhydride silicique..........	49,54	49,52	49,81	49,27	49,18	49,74
Anhydride titanique.........	0,63	0,72	0,66	0,75	0,81	0,68
Anhydride sulfurique........	0,06	0,03	0,08	0,05	0,07	0,08
Anhydride phosphorique.....	1,19	1,27	1,28	1,21	1,26	1,17
Alumine..................	16,53	16,49	16,24	16,33	16,01	16,30
Sesquioxyde de fer et manganèse	10,71	9,45	7,76	4,79	7,67	9,92
Protoxyde de fer............	2,41	3,63	4,52	7,78	5,47	2,95
Chaux....................	12,30	12,33	12,39	12,53	12,71	12,37
Magnésie..................	4,70	4,77	4,03	4,52	4,71	4,63
Potasse...................	0,66	0,71	0,63	0,79	0,62	0,58
Soude....................	1,63	1,52	1,72	1,65	1,57	1,73
Perte par calcination.........	0,11	0,18	0,19	»	0,06	0,09
	100,47	100,62	99,31	99,67	100,14	100,24
Densité à + 22° C..........	»	2,765	2,766	2,839	2,810	»

» On voit, d'après ces résultats, que la composition chimique de la lave de 1669, prise en diverses profondeurs d'un même courant et sur un même plan vertical, ne diffère d'une couche à l'autre que par la quantité plus ou moins grande de fer oxydé au maximum ou au minimum. En effet, la quantité de sesquioxyde de fer est plus grande dans les parties qui furent en contact avec la vapeur d'eau et les gaz atmosphériques; on peut donc dire que ces laves ont une composition définie.

» La quantité d'anhydride phosphorique correspond en moyenne, dans les six échantillons, à $1^{gr},23$ pour 100, et, comme j'en ai trouvé l'année dernière, en suivant la même méthode d'analyse, $3^{gr},47$ pour 100 dans un autre échantillon de la même lave, j'ai répété cette détermination sur cinq nouveaux échantillons pris dans des localités très éloignées l'une de l'autre, et j'ai trouvé des coefficients variant entre $2^{gr},84$ et $1^{gr},17$, mais jamais inférieurs à ce dernier.

» J'en conclus que les laves appartenant à une même éruption, mais recueillies en divers points, peuvent différer dans leur composition chimique et minéralogique. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Détermination lithologique de la météorite d'Estherville, Emmet County, Iowa* (10 *mai* 1879). Note de M. **Stan. Meunier.**

« Déjà l'Académie a été entretenue avec détails des circonstances dont a été accompagnée, le 10 mai 1879, la chute de météorites à Estherville (Iowa). Déjà M. Lawrence Smith lui a fait connaître les particularités principales résultant de l'analyse chimique et minéralogique de ces masses cosmiques. Ayant dû récemment classer, dans la collection du Muséum, des échantillons provenant de la chute en question, il m'a fallu rechercher si la roche dont ils sont formés est nouvelle pour la Science ou si elle rentre dans quelqu'un des nombreux types lithologiques déjà établis.

» Dans ce but, j'en ai repris l'examen minéralogique, et le résultat de mes études, assez différent de ce qu'on serait autorisé à conclure des recherches de M. Smith, est que la météorite d'Emmet appartient lithologiquement au type que, depuis 1870, je désigne sous le nom de *logronite* et dont l'exemple le plus généralement connu nous est procuré par les masses de Sierra de Chaco (Bolivie). On sait d'ailleurs que la chute de la logronite a eu déjà des témoins à Barca, près de Logrono (Espagne), le 4 juillet 1842.

» A première vue, la roche d'Estherville paraît différer nettement de la logronite type. Elle est seulement moins foncée, et les grenailles de fer qui

y sont disséminées présentent en général un volume plus considérable. Il résulte de ce dernier caractère que la masse donne l'idée d'une polysidère pure; mais avec plus d'attention il est facile de reconnaître qu'aux grains de fer plus ou moins globulaires sont associés de minces filaments métalliques, qui les relient entre eux et constituent en beaucoup de points le vrai ciment des éléments lithoïdes. Ce caractère se représente d'ailleurs, comme je l'ai montré depuis longtemps, dans les météorites de Sierra de Chaco et de Logrono, qui sont autant des syssidères que des sporadosidères.

» Pour ce qui est de la nuance moins foncée d'Emmet County, comparée à Logrono et à Sierra de Chaco, on peut croire qu'elle tient à ce que certaines matières colorantes, infiltrées dans ces dernières, n'ont pas eu le temps de prendre naissance en égale proportion dans la pierre récemment tombée. Quelques essais me portent à penser que ces matières dérivent, par oxydation, de certains éléments de la roche.

» En lames minces, Emmet County, Logrono, Sierra de Chaco, donnent les mêmes résultats avec cette particularité, conséquente à la première, que la transparence de la roche est d'autant moindre que le temps écoulé depuis la chute est plus grand.

» Cet examen microscopique, sur lequel M. Smith ne paraît pas s'être arrêté, présente des résultats, intéressants que je ne puis ici que résumer. Les minéraux dominants d'Emmet sont :

» 1° L'*olivine*, en très grands fragments cristallins, donnant dans la lumière polarisée des mosaïques colorées des plus brillantes. En lumière naturelle ils sont incolores, souvent clivés et remplis d'inclusions cristallines. On y voit aussi des bulles liquides, dans des cavités sphéroïdales, remarquables par leurs grandes dimensions. En lumière convergente, les cristaux donnent deux systèmes d'anneaux très brillants, dont les axes sont très écartés.

» 2° La *bronzite*, en cristaux mal terminés, nettement dichroïques, offrant souvent des clivages rectilignes, parallèles entre eux, extrêmement nets.

» 3° Un minéral en grands cristaux peu colorés, constitués par des alternances de lames minces ayant des effets inverses sur la lumière polarisée. Le mode d'action des acides sur eux, en y déterminant l'apparition de très fines lignes attaquées, porte à regarder comme non invraisemblable qu'ils résultent de la réunion de lamelles alternatives, extrêmement minces, de bronzite et d'olivine, et cette supposition rendrait peut-être compte de l'analyse, publiée par M. Smith, du minéral qu'il appelle *peck-*

hamite et que la météorite d'Estherville lui a fourni. Un petit fragment de peckhamite, qui figure au Muséum, permet d'observer les caractères du nouveau minéral; et je crois intéressant d'ajouter qu'un grain grisâtre, empâté dans l'échantillon 2Q.414 de Sierra de Chaco, et que j'avais remarqué depuis des années, paraît identique à cette peckhamite. C'est un lien de plus entre Estherville et Sierra de Chaco.

» 4° La *pyrrhotine*. J'ai rencontré un grain de ce sulfure, où se voient plusieurs faces du prisme.

» 5° La *schreibersite*, dont la présence a été constatée dans Estherville, et qui brille d'un vif éclat dans le résidu d'attaque de la roche par les acides.

» 6° Le *fer oxydulé*, en octaèdres parfaitement nets.

» 7° Le *fer nickelé*.

» On sait que, outre les grosses masses, la chute du 19 mai 1879 a fourni une abondance de petites météorites parfaitement complètes. Elles diffèrent beaucoup entre elles; les unes sont de nature presque entièrement métalliques et présentent une structure semblable à celle des syssidères du groupe de Rittersgrun. Le fer est malléable et donne aux acides de belles figures; j'y ai trouvé 8 pour 100 de nickel. D'autres échantillons *complets* sont à la fois métalliques et pierreux. On y remarque parfois que le fer constitue un réseau d'une finesse extrême, tout à fait comparable à celui de la météorite de Lodran.

» En présence de ces divers caractères de composition et de structure, on voit que l'identité est complète avec la logronite déjà décrite. Nous devons croire pour Estherville que la masse primitive, à l'état de débris, les uns pierreux, les autres métalliques, accumulés peut-être dans quelque faille, a été soumise à des émanations métallifères dont le produit, sous forme de réseau fin, a soudé ensemble les éléments jusque-là indépendants. Les vides si remarquables existant parfois entre les noyaux de fer et leur matrice lithoïde sont reproduits artificiellement dans les expériences de cimentation métallique de la poussière de péridot, par un procédé que j'ai décrit antérieurement. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la branchie et l'appareil circulatoire de la* Ciona intestinalis. Note de M. L. ROULE, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« L'étude de l'appareil circulatoire de la *Ciona intestinalis* par les divers procédés d'injections, d'imprégnations et de coupes, m'a permis d'étendre le domaine des faits déjà connus. Ce qui caractérise cette circulation, ainsi du reste que celle des autres Ascidies, c'est l'abondance des branches anastomotiques de calibre égal ou presque égal à celui des vaisseaux qu'elles font communiquer; on ne peut donc pas, le plus souvent, sauf pour les deux vaisseaux sortant du cœur et les vaisseaux branchiaux, fixer au sang des trajets réguliers dans des vaisseaux déterminés; il y a seulement des courants sanguins dans diverses directions, avec communications fréquentes, de telle sorte que partout, dans le corps entier et même dans le cœur, le sang que l'on peut considérer comme artériel, puisqu'il revient directement de la branchie, se mélange continuellement avec le sang veineux provenant des organes. Il est possible de distinguer trois grands courants circulatoires, un cardio-splanchnique, un splanchno-branchial, et enfin un branchio-cardiaque; l'enveloppe du corps appelée *manteau*, et qui n'est autre chose que le mésoderme recouvert extérieurement par une couche ectodermique, intérieurement par la couche péritonéale dans la cavité générale et par un épithélium spécial dans la cavité péribranchiale, reçoit de petits vaisseaux de tous les organes avec lesquels il est en contact.

» Le cœur, recourbé sur lui-même, plié en deux branches d'égale longueur, est renfermé dans un péricarde en forme d'Y; les deux branches du cœur occupent toute l'étendue des branches de l'Y et en traversent l'extrémité libre pour se prolonger chacune en un vaisseau; chaque partie du cœur est soudée au péricarde par une ligne d'insertion excessivement étroite, de telle sorte que le cœur est presque entièrement libre dans la vaste cavité péricardique; jusqu'à présent, je n'ai jamais vu la cavité du péricarde communiquer avec celle du cœur. Le péricarde est entouré de toutes parts par les viscères renfermés dans la cavité générale; il est soutenu par une lame mésentérique très mince qui va s'insérer sur tous les organes adjacents. La circulation cardio-splanchnique part de l'extrémité postérieure du cœur une aorte très courte traverse la lame mésentérique où elle donne quelques petits rameaux, pour la lame et le péricarde, puis va s'insérer sur l'estomac, où elle forme un réseau superficiel de grosses branches anastomotiques; il

part ainsi plus ou moins directement de cette aorte un vaisseau intestinal externe, un vaisseau stomaco-tunical, deux vaisseaux stomaco-ovariens, et enfin toute une série de vaisseaux stomaco-œsophagiens qui parcourent l'œsophage jusqu'à la branchie. Tous les vaisseaux de la circulation splanchno-branchiale vont aboutir dans un grand canal longitudinal médian, placé au-dessus de la branchie, dans la cavité cloacale; ce vaisseau commence au sommet de l'ovaire, passe sur l'intestin où il reçoit les vaisseaux intestinaux et s'accole intimement à l'oviducte et au canal déférent; accompagnant toujours ces deux conduits, il longe la branchie où il reçoit d'abord le sang qui provient du courant stomaco-œsophagien, puis celui des vaisseaux transverses de la branchie; il passe enfin sous la glande hyponervienne et se divise en deux branches qui longent la gouttière péricoronale. L'axe de la circulation branchio-cardiaque est un vaisseau branchial longitudinal, placé sur la ligne médiane, qui est à la face inférieure de la branchie la répétition exacte du vaisseau branchial supérieur indiqué plus haut; posé entre le raphé ou endostyle et le manteau, il communique avec les deux vaisseaux péricoronaux et les vaisseaux transverses de la branchie; après avoir traversé la lame mésentérique qui sépare la cavité péribranchiale de la cavité générale, il parvient au cœur après avoir reçu un vaisseau tunicocardiaque et quelques vaisseaux provenant de la lame mésentérique indiquée ci-dessus et de celle qui entoure le péricarde.

» Le manteau renferme un lacis extrêmement serré de vaisseaux qui communiquent avec ceux de tous les viscères; les plus importantes de ces communications sont les vaisseaux palléo-branchiaux, émis par un plexus capillaire palléal, et allant déboucher à plein canal dans les vaisseaux transverses de la branchie sans former de nouveaux capillaires. La tunique des *Ciona intestinalis* ne possède pas de vaisseaux propres; ceux qu'elle reçoit sont destinés aux prolongements du manteau se rendant dans les crampons d'adhérence; on doit considérer cette tunique comme une cuticule placée autour de l'ectoderme (hypoderme) qui enveloppe le manteau.

» Le sang renferme des éléments de trois sortes; les plus nombreux sont des cellules à prolongements ramifiés, analogues aux globules de la lymphe des vertébrés; à côté de ceux-ci, on trouve des globules arrondis ou mamelonnés, réfringents, brun foncé, qui proviennent des cellules ramifiées par une dégénérescence particulière; enfin des cellules granuleuses jaunes, très rares, semblables à celles qui constituent un organe spécial annexé au canal déférent. Les deux premiers éléments sont tout à fait identiques à ceux qui existent partout dans le tissu conjonctif; aussi

faut-il les considérer comme des cellules migratrices qui s'enfoncent dans le tissu conjonctif entourant les vaisseaux et y subissent une dégénérescence semblable à celle qu'elles subissent dans le sang.

» La branchie n'est qu'un lacis de vaisseaux sanguins à parois minces. La partie fondamentale de cette branchie est un ensemble de vaisseaux transverses, étendus comme des arcades entre les deux canaux sanguins, axes des courants splanchno-branchial et branchio-cardiaque; le sang d'un courant, en passant dans ces vaisseaux transverses pour aller constituer le sang de l'autre courant, est distribué à la branchie entière; les vaisseaux transverses communiquent entre eux par une série de petits vaisseaux longitudinaux qui constituent la trame fondamentale de la branchie. En outre, il existe encore deux séries de vaisseaux transverses et une de vaisseaux longitudinaux, communiquant entre eux et avec ceux indiqués plus haut, de manière à compliquer le trajet du sang dans la branchie.

» La structure histologique des vaisseaux est remarquable; ils sont creusés dans l'épaisseur du tissu conjonctif et y sont excessivement nombreux, au point que la plupart des coupes de viscères montrent des surfaces épithéliales limitant un réseau dont les mailles sont formées par les lumières des vaisseaux, et les minces travées par les parois vasculaires de tissu conjonctif. Ces vaisseaux sont de véritables lacunes, mais des lacunes nettement endiguées par le tissu conjonctif et une couche endothéliale; ce ne sont pas des vaisseaux dans le sens que l'on attache aujourd'hui à ce mot, c'est-à-dire des conduits à tuniques musculaires bien nettes et complètes: ce sont des lacunes à parois définies, auxquelles on ne doit accorder le nom de vaisseaux que dans un sens physiologique, indiquant des canaux bien limités par des parois déterminées et dans lesquels le sang circule. Le cœur seul possède une tunique musculaire complète; le vaisseau branchial supérieur, axe du courant splanchno-branchial, et quelques vaisseaux branchiaux transverses possèdent seuls quelques fibres musculaires lisses isolées, jamais réunies en un faisceau entourant le vaisseau entier. La couche endothéliale est rendue évidente par les imprégnations de nitrate d'argent; mais il ne faut pas la confondre avec les globules du sang qui vont s'accoler sur elle, et qu'une pression exercée sur la paroi du vaisseau détache et fait tomber. Les vaisseaux qui, par leur réunion, constituent la branchie, ne diffèrent des autres que par une couche conjonctive plus mince, parfois très réduite, limitée en dehors par un épithélium pavimenteux simple, pourvu en certains points de cils vibratiles destinés à activer les mouvements de l'eau qui sert à la respiration.

» Dans plusieurs Notes subséquentes, j'examinerai les divers systèmes organiques de la *Ciona intestinalis*, dont la monographie sert d'introduction à un travail général que j'achève, dans le laboratoire de Zoologie marine de Marseille, sur les Ascidies simples des côtes de Provence. »

PHYSIOLOGIE. — *Comparaison des chlorures alcalins sous le rapport du pouvoir toxique ou de la dose mortelle minimum.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Les expériences que j'ai communiquées précédemment à l'Académie sur l'action toxique comparée des divers chlorures métalliques étaien passibles de plusieurs objections sérieuses. Je n'avais pas envisagé l'action de ces poisons sur l'ensemble de l'organisme, mais seulement sur l'un des tissus de l'organisme. J'ai pu instituer de nouvelles recherches qui me permettent d'apprécier, non pas la hiérarchie toxique des métaux, mais ce que je proposerai d'appeler, pour éviter toute confusion, *la dose mortelle minimum*.

» En effet, on doit distinguer l'action toxique spéciale qu'exerce une substance sur tel ou tel organe, sur tel ou tel tissu, et la dose de cette même substance qui détermine la mort de l'animal. Par exemple, pour le curare, la dose toxique, celle qui empoisonnera le cœur et les centres nerveux, est tout à fait différente de la dose mortelle, qui est beaucoup plus petite, si la respiration artificielle n'est pas pratiquée de manière à permettre la vie du cœur et des centres nerveux. De même, pour beaucoup d'autres poisons, la dose toxique est différente de la dose mortelle. Dans les divers empoisonnements par le curare, par l'oxyde de carbone, par la strychnine, par le chloroforme, par l'arsenic, ce sont des tissus différents qui sont atteints. On ne peut donc comparer utilement la toxicité de ces poisons divers. Au contraire, on peut très bien comparer leur dose mortelle minimum, dont la connaissance a une importance très grande pour la thérapeutique et la toxicologie.

» Pour déterminer avec précision la dose mortelle, il faut : 1° prendre comme sujet d'expérience la même espèce animale; 2° rapporter la quantité de substance injectée au poids de l'animal; 3° faire l'injection de la substance soluble sous la peau et non dans le sang, de manière à éviter la perturbation violente que produit, dans le système circulatoire, l'introduction brusque d'une substance étrangère.

Mes expériences ont porté sur des cobayes (en général de petite taille),

et j'ai essayé de comparer la dose mortelle des principaux chlorures alcalins : chlorures de lithium, de sodium, de potassium, de rubidium et de césium.

» Les chiffres que je donne dans le tableau qui suit se rapportent, d'une part, à 1^{kg} du poids de l'animal; d'autre part, à la quantité injectée de métal combiné au chlore (et non à la quantité de sel). La précision qu'on peut atteindre par cette méthode est très grande, et on arrive facilement à connaître, avec une approximation suffisante, la dose minimum qui provoque fatalement la mort.

Lithium....	Mort avec..	0,192	0,159	0,144	0,137	0,125	0,112			
	Survie avec.	0,023	0,052	0,076	0,082	0,090				
	Dose mortelle entre 0,090 et 0,112									
Sodium......	Mort avec..	1,38	1,38	1,10	0,91	0,85				
	Survie avec.	0,67	0,79	0,85						
	Dose mortelle 0,85									
Potassium....	Mort avec..	0,68	0,66	0,63						
	Survie avec.	0,22	0,43	0,43	0,53	0,57				
	Dose mortelle entre 0,57 et 0,63									
Rubidium ([1]).	Mort avec..	2,57	1,6							
	Survie avec.	0,27	0,32	0,51	0,54	0,54	0,7	0,7	0,7	0,71
	»	1,09	1,09	1,28	1,4					
	Dose mortelle entre 1,4 et 1,6									
Césium ([2] ...	Mort avec..	1,5	1,2							
	Survie avec.	0,57	0,87	0,92						
	Dose mortelle entre 0,92 et 1,2									

» On peut présenter ces résultats sous la forme suivante :

Métal.	Poids atomique.	Dose mortelle du métal.	Dose mortelle du chlorure (chlore et métal combinés).
Lithium........	7	0,1	0,6
Sodium........	23	0,85	2,16
Potassium......	39	0,6	1,15
Rubidium......	80	1,5	2,14
Césium.........	133	1,0	1,2

([1]) Les seules expériences faites sur le rubidium ont été tentées par M. Grandeau et par M. Rabuteau; mais ces savants ont employé des quantités tout à fait insuffisantes pour obtenir une action physiologique quelconque.

([2]) Je ne crois pas qu'aucune expérience physiologique ait encore été faite sur la toxicité du césium.

» On voit par ces chiffres que, dans la série des métaux alcalins, il n'existe aucune relation entre le poids atomique de ces métaux et leur activité physiologique. Le rubidium, dont le poids atomique est élevé, est beaucoup plus inoffensif que le sodium lui-même. Le lithium, dont le poids atomique est très petit, puisque nul corps simple n'a un poids atomique inférieur, est au contraire mortel à faible dose.

» Je ne voudrais pas conclure de ces expériences que, pour les autres familles métalliques, il n'existe aucun rapport entre le poids atomique du métal et la dose mortelle minimum; mais il me paraît maintenant incontestable que, dans la famille chimique des métaux alcalins, la relation entre le poids atomique et la toxicité n'existe pas. »

M. **A. Neujean** adresse une Note sur un procédé d'extraction de l'acide phosphorique contenu dans les scories basiques qui proviennent des cornues Bessemer, fours Martin et autres dans le traitement des fontes phosphoreuses. L'auteur propose de fabriquer des engrais spéciaux avec ces scories, qui contiennent de 10 à 15 pour 100 d'acide phosphorique.

M. **J. Renaut** adresse une Note « Sur le gliome neuroformatif ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juin 1882.

Rapport sur le sucrage des vins avec réduction de droits; par M. J.-B. Dumas. Paris, à l'hôtel de la Société d'Agriculture de France, 1882; br. in-8°.

Les maladies du Sénégal; par A. Borius. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Etude statistique et médicale du département de Tarn-et-Garonne. Comparai-

son des lois de 1832 *et* 1872; *par* le Dr J. Dardignac. Toulouse, imp. Montaubin, 1881; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours de Statistique.)

Comment s'est fait le canal de Suez; par L. Alloury. Paris, Challamel aîné, 1882; in 12. (Deux exemplaires.)

Dieu et le monde. Lois célestes vraies; par L. Pagel. Paris, imp. Paul Dupont, 1882; 4 pages in-8°.

Osservazioni meteorologiche orarie ottenute da strumenti registratori durante l'anno 1880, *rilevate e calcolate da* C. Fornioni. Milano, N. Hoepli, 1882; in-4°.

O dejinach geometrie sepsal J. S. Vanecek. Pardubice, Hoblick, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. de la Gournerie.)

Annals of the New-York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History, march 1880, june 1881. New-York, 1880-1881; liv. in-8°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science. Twenty-ninth meeting, held at Boston, Mass., august 1880. Salem, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le **Président** rappelle à l'Académie qu'une réunion de savants, d'amis et d'admirateurs, ayant résolu d'offrir à M. Pasteur une médaille commémorative de ses remarquables découvertes, une Commission a été chargée d'en surveiller l'exécution. Les travaux étant terminés, cette Commission s'est rendue, le 25 juin, au domicile de M. Pasteur pour lui remettre la médaille, œuvre de M. Alphée Dubois, qui rappelle si heureusement la physionomie du destinataire. La réunion se composait de MM. Dumas, Boussingault, Bouley, Jamin, Bertin, Tisserand, Davaine, etc. A cette occasion, M. Dumas prononça un discours dans lequel il rappela les travaux de M. Pasteur, qui n'a connu que des succès, et dont l'École Normale, l'Institut, le monde savant, la France entière, sont justement fiers.

En recevant la médaille qui lui était offerte, M. Pasteur répondit par quelques paroles de reconnaissance pour le Maître illustre qui avait encouragé et dirigé sa jeunesse, et de remercîments pour les collègues et confrères qui avaient eu la pensée de lui offrir une aussi haute marque de leur estime en récompense de ses efforts.

A la suite de cette Communication du Président de l'Académie, M. le baron **Thenard** prend la parole pour prier MM. Dumas et Pasteur de vouloir bien donner communication à l'Académie des discours qu'ils ont pro-

noncés dans cette solennelle occasion. L'Académie se joint par acclamation à cette proposition et ordonne que les deux discours soient insérés aux *Comptes rendus*.

Discours prononcé par M. Dumas, le 25 juin.

« Mon cher Pasteur,

» Il y a quarante ans, vous entriez comme élève dans cette maison. Dès vos débuts vos maîtres avaient prévu que vous en seriez l'honneur; mais nul n'eût osé prévoir quels services éclatants vous étiez destiné à rendre à la Science, au pays, au monde.

» Vos premiers travaux faisaient disparaître pour toujours du domaine de la Chimie les forces occultes, en expliquant les anomalies de l'acide tartrique.

» Confirmant le caractère vital de la fermentation alcoolique, vous étendiez cette doctrine de la Chimie française aux fermentations les plus diverses et vous donniez à la fabrication du vinaigre des règles que l'industrie applique avec reconnaissance aujourd'hui.

» Dans ces infiniment petits de la vie, vous découvriez un troisième règne, celui auquel appartiennent ces êtres qui, avec toutes les prérogatives de la vie animale, n'ont pas besoin d'air pour vivre et trouvent la chaleur qui leur est nécessaire dans les décompositions chimiques qu'ils provoquent autour d'eux.

» L'étude approfondie des ferments vous donnait la complète explication des altérations que subissent les substances organiques : le vin, la bière, les fruits, les matières animales de toutes les espèces; vous expliquiez le rôle préservatif de la chaleur appliquée à leur conservation et vous appreniez à en régler les effets d'après la température nécessaire pour déterminer la mort des ferments.

» Les ferments morts n'engendrent plus de ferments.

» C'est ainsi que vous étiez conduit à maintenir dans toute l'étendue des règnes organisés le principe fondamental qui fait dériver la vie de la vie et qui repousse comme une supposition sans utilité et sans base la doctrine de la génération spontanée.

» C'est ainsi que, montrant l'air comme le véhicule des germes de la plupart des ferments, vous appreniez à conserver sans altération les matières les plus putrescibles en les préservant de tout rapport avec l'air impur.

» Appliquant cette pensée aux altérations si souvent mortelles que les

blessures et les plaies éprouvent lorsque les malades habitent un lieu contaminé, vous appreniez à les garantir de ce danger en entourant leurs membres d'air filtré, et vos préceptes, adoptés par la pratique chirurgicale, lui assurent tous les jours des succès qu'elle ignorait et donnent à ses opérations une hardiesse dont nos prédécesseurs n'ont pas eu le pressentiment.

» La vaccination était une bienfaisante pratique. Vous en avez découvert la théorie et élargi les applications. Vous avez appris comment d'un virus on fait un vaccin; comment un poison mortel devient un préservatif innocent. Vos recherches sur la maladie charbonneuse et les conséquences pratiques qui en découlent ont rendu à l'Agriculture un service dont l'Europe sent tout le prix. Mais ce résultat acquis, tout éclatant qu'il soit, n'est rien à côté des applications qu'on peut attendre de la doctrine à laquelle il est dû. Vous aviez fourni à la doctrine des virus une base certaine en la rattachant à la théorie des ferments; vous avez ouvert à la Médecine une ère nouvelle en prouvant que tout virus peut avoir son vaccin.

» Au milieu de ces admirables conquêtes de la Science pure, de la Philosophie naturelle et de la pratique, nous pourrions oublier qu'il est une contrée où votre nom est prononcé avec un respect particulier : c'est le pays si fortuné jadis où s'élève le ver à soie. Un mal, qui avait répandu la terreur dans toutes les familles de nos montagnes méridionales, avait fait disparaître les belles races qu'elles avaient créées à force de soins et de sages sélections. La ruine était complète. Aujourd'hui, grâce à vos procédés de grainage scientifique, les éleveurs ont retrouvé leur sécurité, et le pays voit renaître une des sources de sa richesse.

» Mon cher Pasteur, votre vie n'a connu que des succès. La méthode scientifique, dont vous faites un emploi si sûr, vous doit ses plus beaux triomphes. L'École Normale est fière de vous compter au nombre de ses élèves; l'Académie des Sciences s'enorgueillit de vos travaux; la France vous range parmi ses gloires.

» Au moment où, de toutes parts, les témoignages de la reconnaissance publique s'élèvent vers vous, l'hommage que nous venons vous offrir, au nom de vos admirateurs et de vos amis, pourra vous sembler digne d'une attention particulière. Il émane d'un sentiment spontané et universel, et il conserve pour la postérité l'image fidèle de vos traits.

» Puissiez-vous, mon cher Pasteur, jouir longtemps de votre gloire et contempler les fruits toujours plus nombreux et plus riches de vos travaux. La Science, l'Agriculture, l'Industrie, l'Humanité vous conserveront une gratitude éternelle, et votre nom vivra dans leurs annales parmi les plus illustres et les plus vénérés. »

Réponse de M. Pasteur, le 25 juin.

« Mon cher Maître, il y a quarante ans, en effet, que j'ai le bonheur de vous connaître et que vous m'avez appris à aimer la Science et la gloire.

» J'arrivais de la province. Après chacune de vos leçons, je sortais de la Sorbonne transporté, et souvent ému jusqu'aux larmes. Dès ce moment, votre talent de professeur, vos immortels travaux, votre noble caractère, m'ont inspiré une admiration qui n'a fait que grandir avec la maturité de mon esprit.

» Vous avez dû deviner mes sentiments, mon cher Maître. Il n'est pas une seule circonstance importante de ma vie ou de celle de ma famille, circonstance heureuse ou pénible, qui vous ait trouvé absent et que vous n'ayez en quelque sorte bénie.

» Voilà qu'aujourd'hui encore vous êtes au premier rang dans l'expression de ces témoignages, bien excessifs suivant moi, de l'estime de mes Maîtres, devenus mes amis.

» Et ce que vous avez fait pour moi, vous l'avez fait pour tous vos élèves. C'est là un des traits distinctifs de votre nature. Derrière les individus, vous avez toujours envisagé la France et sa grandeur.

» Comment vais-je faire désormais? Jusqu'à présent les grands éloges avaient enflammé mon ardeur et ne m'avaient inspiré que l'idée de m'en rendre digne par de nouveaux efforts; mais ceux que vous venez de m'adresser, au nom de l'Académie et des Sociétés savantes, sont en vérité au-dessus de mon courage. »

Sa Majesté **dom Pedro d'Alcantara** adresse la dépêche suivante :

« Rio-Janeiro, 20 juin 1882.

» Comète Wells visible le 17. Queue de 45° observée aujourd'hui. Noyau très brillant. »

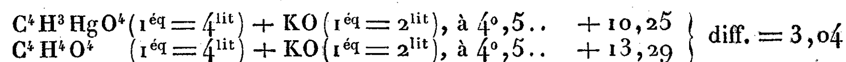
STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les déplacements réciproques des acides combinés avec l'oxyde de mercure*; par M. **Berthelot**.

« En étudiant les sels de mercure, j'ai observé divers faits relatifs aux déplacements des acides, faits très caractéristiques, parce qu'ils mettent en évidence les conditions de coïncidence ou d'opposition entre les anciennes lois de Berthollet et les nouvelles lois thermochimiques.

» Soient les acides acétique, oxalique, chlorhydrique, cyanhydrique; ces acides s'unissent au bioxyde de mercure en dégageant :

	Sel dissous.	Sel solide.
	Cal	Cal
$C^4H^4O^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HgO, vers 5° (1), dégage....	+ 3,0	+ 4,6
$\frac{1}{2}C^4H^2O^8$ ($90^{gr} = 8^{lit}$) + HgO, vers 5° (2), dégage....	»	+ 7,1
HCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HgO, vers 5° (3), dégage....	+10,2	+11,7
HCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HgO, vers 15°, dégage......	+15,5	+17,0

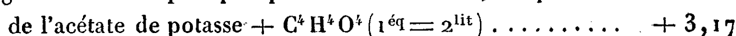
(1) ACÉTATE DE MERCURE. — 1° *Chaleur de neutralisation :*



$C^4H^3HgO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + KO(1^{éq} = 2^{lit})$, à 4°,5.. + 10,25 } diff. = 3,04
$C^4H^4O^4\ (1^{éq} = 4^{lit}) + KO(1^{éq} = 2^{lit})$, à 4°,5.. + 13,29 }

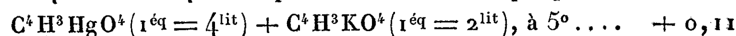
On a encore trouvé :

HgO récemment précipité par KO de l'acétate, en présence



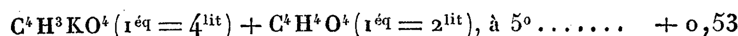
de l'acétate de potasse + $C^4H^4O^4(1^{éq} = 2^{lit})$ .... + 3,17

chiffre qui comprend en surplus du précédent l'action réciproque des deux acétates :



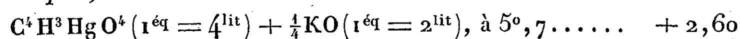
$C^4H^3HgO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^3KO^4(1^{éq} = 2^{lit})$, à 5°.... + 0,11

2° *Sels acides :*

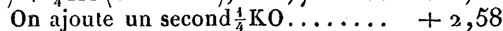


$C^4H^3KO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^4O^4(1^{éq} = 2^{lit})$, à 5°....... + 0,53

3° *Sels basiques, insolubles :*



$C^4H^3HgO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + \frac{1}{4}KO(1^{éq} = 2^{lit})$, à 5°,7...... + 2,60



On ajoute un second $\frac{1}{4}$KO........ + 2,58

La formation des sels basiques ne donne donc pas lieu à une notable chaleur complémentaire, celle-ci étant proportionnelle au dégagement total $\left(\frac{10,25}{4} = 2,56\right)$.

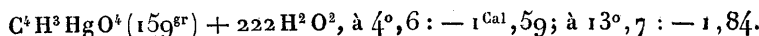
Ceci paraît applicable aux sels basiques qui se forment :

Soit lorsqu'on fait bouillir un moment la solution d'acétate de mercure ($159^{gr} = 2^{lit}$), laquelle a perdu ainsi $\frac{1}{8}$ du sel dissous, en déposant $C^4H^3HgO^4$, 2HgO;

Soit lorsqu'on l'abandonne à froid pendant quelques jours, ce qui lui a enlevé $\frac{1}{12}$ du sel, sous forme de $C^4H^3HgO^4$, HgO en grains orangés et adhérents aux parois.

En raison de ces altérations progressives, la solution d'acétate de mercure neutre doit être faite à froid et employée dans les réactions au moment même où la dissolution vient d'être opérée ;

4° *Chaleur de dissolution :*



$C^4H^3HgO^4(159^{gr}) + 222H^2O^2$, à 4°,6 : -1^{Cal},59; à 13°,7 : $-$1,84.

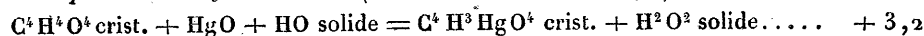
Dilution : $(C^4H^3HgO^4 + 111H^2O^2)$, à 8°,5; + $111H^2O^2$: $-$ 0,09.
Une nouvelle addition d'eau ne produit pas d'effet sensible.

5° *Chaleur de formation de l'acétate de mercure depuis les éléments :*



C^4(diamant) + H^3 + Hg + O^4 = $C^4H^3HgO^4$ crist ..... + 112,1

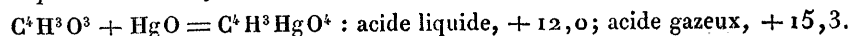
6° *Depuis l'acide hydraté solide (état solide de tous les corps) :*



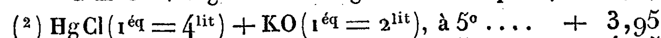
$C^4H^4O^4$ crist. + HgO + HO solide = $C^4H^3HgO^4$ crist. + H^2O^2 solide..... + 3,2

Valeur comparable aux acétates de plomb (+ 5, 1), de cuivre (+ 4,3), de zinc (+ 3,3).

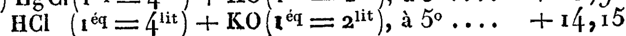
7° *Depuis l'acide anhydre :*



$C^4H^3O^3$ + HgO = $C^4H^3HgO^4$: acide liquide, + 12,0; acide gazeux, + 15,3.

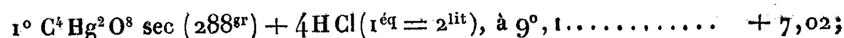


(2) $HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + KO(1^{éq} = 2^{lit})$, à 5° .... + 3,95



$HCl\ (1^{éq} = 4^{lit}) + KO(1^{éq} = 2^{lit})$, à 5° .... + 14,15

(3) *Oxalate de mercure :*



1° $C^4Hg^2O^8$ sec (288^{gr}) + $4HCl(1^{éq} = 2^{lit})$, à 9°,1............ + 7,02;

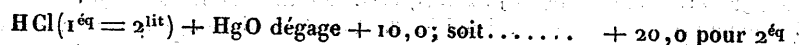
» L'état solide fournit le terme le plus certain pour ces comparaisons, l'oxalate étant insoluble, mais l'acétate, le chlorure et le cyanure solubles.

» Il résulte des nombres précédents que les quatre acides se rangent dans l'ordre suivant, au point de vue thermique : l'acide oxalique surpasse l'acide acétique et il est surpassé par l'acide chlorhydrique; mais l'acide cyanhydrique l'emporte sur tous ([1]). Les principes thermochimiques indiquent dès lors que : l'acide oxalique doit décomposer l'acétate de mercure; l'acide chlorhydrique doit décomposer l'acétate et l'oxalate de mercure; enfin l'acide cyanhydrique doit décomposer pareillement l'acétate, l'oxalate et le chlorure de mercure; en outre, chacune de ces réactions doit être totale, ou sensiblement ([2]).

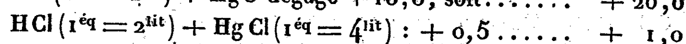
» Au contraire, les lois de Berthollet indiquent que l'acide acétique et l'acide chlorhydrique, unis à l'oxyde de mercure, devraient être pareillement déplacés par l'acide oxalique, à cause de l'insolubilité de l'oxalate de mercure : prévisions dont la première est conforme et la seconde contraire aux précédentes. Berthollet pensait, en outre, que dans le cas de deux acides formant des sels solubles, chacun d'eux avait dans l'action « une part » déterminée par sa capacité de saturation et sa quantité »; c'est-à-dire, dans le langage actuel, que deux acides employés sous des poids équiva-

---

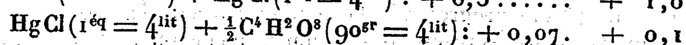
or, à cette température,



$HCl(1^{éq} = 2^{lit}) + HgO$ dégage $+10,0$; soit....... $+20,0$ pour $2^{éq}$

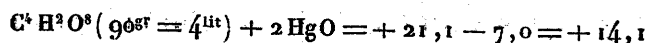


$HCl(1^{éq} = 2^{lit}) + HgCl(1^{éq} = 4^{lit})$: $+0,5$...... $+1,0$



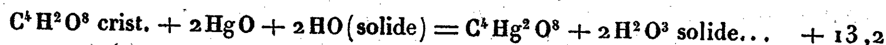
$HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + \frac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{gr} = 4^{lit})$: $+0,07$. $+0,1$

On tire de là la *chaleur de neutralisation*......................... $+14,1$ pour $2HgO$



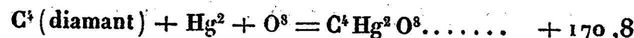
$$C^4H^2O^8(90^{gr} = 4^{lit}) + 2HgO = +21,1 - 7,0 = +14,1$$

2° *Formation dans l'état solide :*



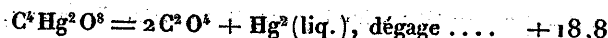
$$C^4H^2O^8 \text{ crist.} + 2HgO + 2HO(\text{solide}) = C^4Hg^2O^8 + 2H^2O^2 \text{ solide}\ldots \quad +13,2$$

3° *Depuis les éléments :*



$$C^4(\text{diamant}) + Hg^2 + O^8 = C^4Hg^2O^8\ldots\ldots \quad +170,8$$

4° D'après le dernier chiffre, la *décomposition explosive* de l'oxalate de mercure



$$C^4Hg^2O^8 = 2C^2O^4 + Hg^2(\text{liq.}), \text{ dégage}\ldots \quad +18,8$$

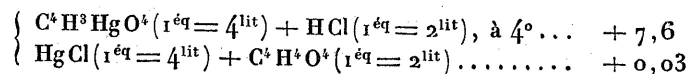
([4]) *Voir* ce Volume, p. 764.

([5]) Sauf les réserves relatives à la formation des sels doubles et autres composés secondaires, d'ordinaire formés en petite quantité à cause de leur dissociation. (*Voir* p. 764.)

lents prennent chacun la moitié de la base antagoniste [1], opinion contraire aux prévisions thermochimiques.

» Entre ces deux ordres de principes, les mesures thermiques permetten de prononcer; elles sont surtout précieuses pour savoir ce qui se passe dans les dissolutions, et l'étude des sels de mercure va nous fournir des faits décisifs. Opposons, en effet, les acides deux à deux :

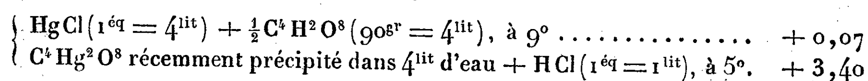
» 1° *Acides chlorhydrique et acétique :*



$$\left\{\begin{array}{ll} C^4H^3HgO^4(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}}) + HCl(1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}),\ \text{à } 4^\circ \ldots & +7,6 \\ HgCl(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}}) + C^4H^4O^4(1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}) \ldots\ldots\ldots & +0,03 \end{array}\right.$$

» Or, le déplacement pur et simple de l'acide acétique par l'acide chlorhydrique doit répondre à $+7,2$, d'après le calcul; ce qui s'accorde sensiblement avec l'observation [2], la réaction inverse étant négligeable; c'est-à-dire qu'il n'y a point partage notable de l'oxyde de mercure.

» 2° *Acides chlorhydrique et oxalique :*

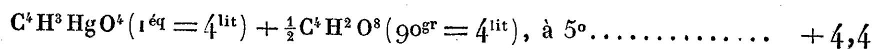


$$\left\{\begin{array}{ll} HgCl(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}}) + \tfrac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{\text{gr}}=4^{\text{lit}}),\ \text{à } 9^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +0,07 \\ C^4Hg^2O^8 \text{ récemment précipité dans } 4^{\text{lit}} \text{ d'eau} + HCl(1^{\text{éq}}=1^{\text{lit}}),\ \text{à } 5^\circ. & +3,40 \end{array}\right.$$

» Le chlorure de mercure n'est pas précipité par l'acide oxalique, malgré l'insolubilité de l'oxalate de mercure. En outre, l'absence d'un dégagement de chaleur notable montre que ce phénomène n'est pas dû à la formation de quelque sel double prépondérant. Au contraire, l'oxalate de mercure est redissous entièrement par l'acide chlorhydrique, et la chaleur dégagée répond très sensiblement à la différence des chaleurs de neutralisation $(+3,1)$; il s'agit donc d'un déplacement pur et simple.

» L'absence de précipitation du chlorure de mercure par l'acide oxalique, et la redissolution inverse de l'oxalate de mercure par l'acide chlorhydrique sont l'une et l'autre conformes aux lois thermochimiques; tandis que ces faits sont en opposition formelle avec les lois de Berthollet.

» 3° *Acides acétique et oxalique.* — Dans ce cas, les deux ordres de prévisions se confondent, le sel insoluble étant aussi celui qui dégage le plus de chaleur :



$$C^4H^3HgO^4(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}}) + \tfrac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{\text{gr}}=4^{\text{lit}}),\ \text{à } 5^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +4,4$$

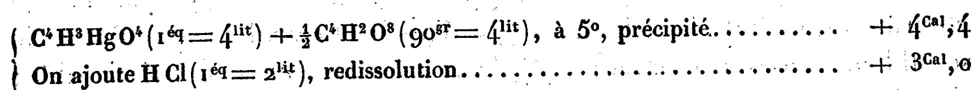
---

(1) C'est à tort que plusieurs auteurs ont introduit depuis, comme traduction de l'opinion de Berthollet, la notion d'un partage réglé par un coefficient spécifique, faisant ainsi reparaître la notion d'affinité élective que Berthollet s'efforçait de proscrire. (*Voir* les citations très précises exposées dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 657.)

(2) Le petit excès 0,4 paraît dû à la formation d'une trace de protochlorure de mercure, qui trouble légèrement la liqueur.

» La précipitation donne lieu à deux phénomènes thermiques successifs : un premier dégagement de $+3,0$, puis un dégagement un peu plus lent qui va jusque vers $4,4$. Ces effets répondent aux changements de cohésion et d'hydratation successifs observés dans les précipités [1]. Le résultat final s'accorde avec un déplacement total ($+4,1$).

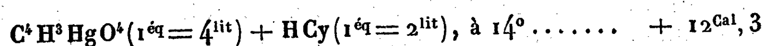
» Le contraste qui existe entre la précipitation de l'oxalate de mercure aux dépens de l'acétate, conformément aux lois de Berthollet, et sa redissolution au moyen de l'acide chlorhydrique, contrairement à ces mêmes lois, peut être manifesté dans une seule expérience, en faisant agir successivement les deux acides sur l'acétate de mercure :



$C^4H^3HgO^4(1^{éq}=4^{lit}) + \frac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{gr}=4^{lit})$, à 5°, précipité.......... $+ 4^{Cal},4$

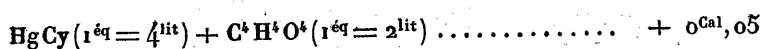
On ajoute $HCl(1^{éq}=2^{lit})$, redissolution.............................. $+ 3^{Cal},0$

» 4° *Acide cyanhydrique et autres acides.* — J'ai poussé plus loin ces vérifications, en les étendant à l'acide cyanhydrique. La chaleur de formation du cyanure de mercure surpasse, en effet, celle des trois autres sels : acétate, oxalate, chlorure. En fait, l'acide cyanhydrique déplace entièrement ou à peu près l'*acide acétique*, dans les liqueurs



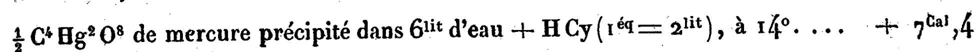
$C^4H^3HgO^4(1^{éq}=4^{lit}) + HCy(1^{éq}=2^{lit})$, à 14°....... $+ 12^{Cal},3$

(le calcul indique $+ 12^{Cal},4$); tandis que l'acide acétique n'agit pas sur le cyanure de mercure



$HgCy(1^{éq}=4^{lit}) + C^4H^4O^4(1^{éq}=2^{lit})$ .... $+ 0^{Cal},05$

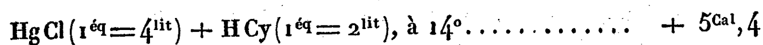
L'acide cyanhydrique déplace l'*acide oxalique*, en redissolvant l'oxalate de mercure,



$\frac{1}{2}C^4Hg^2O^8$ de mercure précipité dans 6^{lit} d'eau $+ HCy(1^{éq}=2^{lit})$, à 14°.... $+ 7^{Cal},4$

Le calcul indique $+ 7^{Cal},4$. Aussi l'acide oxalique ne précipite pas le cyanure de mercure. — Cependant la dissolution de l'oxalate par l'acide cyanhydrique n'est pas tout à fait totale, une certaine action réductrice s'exerçant en même temps avec production de mercure; mais c'est là un effet minime.

» Enfin l'acide cyanhydrique déplace l'*acide chlorhydrique :*



$HgCl(1^{éq}=4^{lit}) + HCy(1^{éq}=2^{lit})$, à 14°............. $+ 5^{Cal},4$

phénomène sur lequel j'ai déjà appelé l'attention.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 177, 184, 185.

» En faisant agir successivement les trois acides, à 14°, j'ai obtenu

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $\frac{1}{2}$ $C^4H^2O^8$ ($90^{gr} = 4^{lit}$), précipité..	$+4^{Cal},7$	$+7^{Cal},4$	$+12^{Cal},7$
On ajoute HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), redissolution..............	$+2,7$		
On ajoute HCy ($1^{éq} = 2^{lit}$) (1)......................	$+5,3$		

Ces déplacements successifs contrôlent très nettement la théorie.

» On peut exécuter une série de réactions analogues, en opposant les sels de mercure et les sels de potasse, au lieu des acides. La signification générale des phénomènes demeure la même; mais on voit alors intervenir ces sels doubles, sur lesquels j'ai appelé récemment l'attention de l'Académie (ce Volume, p. 380, 608, 764).

» *Acétate et chlorure:*

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + KCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 4°,8.......	$+6,4$ (2)
HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $C^4H^3KO^4$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 8°.........	$-0,2$

» Le premier chiffre, s'il était isolé, répondrait à une double décomposition complète ou à peu près, laquelle exige $(+10,2+13,3)-(3,0+14,1)$.

» Le deuxième signale la formation des sels doubles : chlorures doubles et acétates doubles (3), c'est-à-dire un partage accessoire.

» *Acétate et oxalate :*

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $\frac{1}{2}$ $C^4K^2O^8$ (4^{lit}), à 8° .... $+0,86$

» Il se forme d'abord un précipité blanc, qui jaunit presque aussitôt. La liqueur retient de l'acide oxalique et du mercure, à l'état de sels doubles.

» Réciproquement l'oxalate de mercure récemment précipité, puis agité avec une solution d'acétate de potasse, à 7°, est attaqué sensiblement, avec formation des mêmes sels doubles.

» Le chiffre $+0,86$ est d'ailleurs moindre que celui qui résulterait d'une transformation pure et simple en oxalate de mercure et acétate de potasse (soit $+3,0$); mais, pour calculer exactement la réaction thermique, il faudrait la rapporter aux sels doubles eux-mêmes, pris dans l'état solide.

» *Oxalate et chlorure.* — L'oxalate de potasse ne précipite pas le chlorure de mercure, ce qui est conforme à la théorie : car une telle double

(1) Ici encore il y a un peu de mercure réduit et de chlorure mercureux.

(2) Traces de Hg^2Cl.

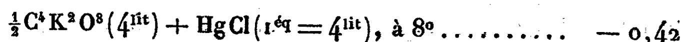
(3) Il y a en outre un acétochlorure :

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 5°.................. $+0,48$

décomposition devrait absorber, à 5°,

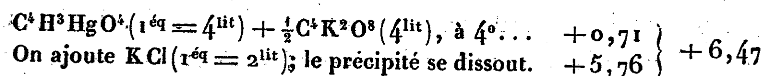
$$+(14,1+7,0)-(10,2+14,3)=-3,4.$$

» Cependant, il y a quelque réaction, due aux sels doubles :



$\frac{1}{2}C^4K^2O^8(4^{lit}) + HgCl(1^{éq} = 4^{lit})$, à 8° .... $-0,42$

Réciproquement le chlorure de potassium dissout l'oxalate de mercure précipité [1]. Par exemple,



$C^4H^3HgO^4(1^{éq}=4^{lit}) + \frac{1}{2}C^4K^2O^8(4^{lit})$, à 4°...	$+0,71$	$+6,47$
On ajoute $KCl(1^{éq}=2^{lit})$; le précipité se dissout.	$+5,76$	

La décomposition de l'oxalate de mercure est ici manifeste, et la somme des effets, $+6,47$, concorde avec le chiffre 6,4 obtenu directement, au moyen du chlorure de potassium et de l'acétate de mercure.

» La présence du chlorure de potassium s'oppose aussi à la précipitation de l'oxalate de mercure par l'oxalate de potasse, et même par l'acide oxalique, versés dans l'acétate de mercure.

» L'oxalate de potasse ne précipite pas davantage le cyanure de mercure.

» Tous ces phénomènes sont en conformité complète avec la théorie thermique : soit qu'il s'agisse des réactions entre sels neutres, dans lesquelles il convient d'envisager à la fois les sels simples et les sels doubles de mercure; soit qu'il s'agisse de réactions entre les sels de mercure et les acides, dans lesquelles la connaissance de la chaleur de formation des sels simples envisagés [2] permet de prévoir tous les phénomènes. Ceux-ci sont annoncés également par les lois de Berthollet et par les lois thermochimiques, lorsque les deux ordres de prévisions s'accordent. Mais si les prévisions sont opposées, ce sont toujours les lois de Berthollet qui se trouvent en défaut. »

GÉOLOGIE. — *Note sur les travaux préparatoires du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre, et sur les conditions géologiques dans lesquelles ils sont exécutés;* par M. DAUBRÉE.

« Les travaux du tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre sont destinés à comprendre trois phases : recherches scientifiques, travaux préparatoires, exécution du tunnel lui-même.

---

(1) Il reste un peu de Hg^2Cl insoluble.

(2) Avec les hydracides, il faudrait envisager aussi les sels acides du mercure (ce Volume, p. 607, 678, 681, 767, 764).

» La première phase a été consacrée aux études purement géologiques, qui ont été réalisées par l'exploration minutieuse des côtes française et anglaise, par la reconnaissance exacte et détaillée du fond de la mer dans le détroit, enfin par les sondages faits sur la terre ferme, qui ont vérifié la nature, l'épaisseur et l'inclinaison des couches, et donné une idée approximative de leurs conditions aquifères. Les opérations faites en 1875 et 1876 ont donné lieu au remarquable Rapport présenté par MM. Lavalley, administrateur délégué; Larousse, ingénieur hydrographe; Potier et de Lapparent, ingénieurs des mines [1]. Les notices et plans correspondants ont figuré à l'Exposition universelle de 1878, et valu à l'Association française un diplôme d'honneur.

» Depuis 1879, on est entré dans la deuxième phase. On s'occupe à vérifier les premières données scientifiques et à préparer l'exécution du tunnel lui-même, en expérimentant, sur des galeries à petite section, des machines et outils susceptibles d'être ultérieurement employés dans un travail vraiment exceptionnel par son importance.

» Du côté français, les études géologiques constatent un léger bombement des couches au lieu dit *les Quénocs*. Ce bombement fait que leur inclinaison, qui dans le détroit se dirige vers le N.-N.-E., se trouve, le long de la falaise du Blanc-Nez, tournée vers le S.-E., et que la pente, qui, suivant la première orientation, au voisinage des Quénocs, est d'environ $0^{m},05$ par mètre, se trouve, dans la seconde, portée à près de $0^{m},09$. Il importait donc de constater dans quelles conditions ce bombement avait pu modifier les conditions physiques des bancs formant la base de la craie de Rouen.

» A cet effet, l'Association française a foncé, près de Sangatte, deux puits, d'une profondeur de 86^{m}, qui ont rencontré le gault à 59^{m} au-dessous du zéro hydrographique (plus basses mers de Calais), adopté pour les cartes sur lesquelles ont été rapportées les explorations géologiques de 1875-1876.

» Le fonçage de ces puits, dont l'un a $5^{m},40$ de diamètre, a démontré que toute la craie blanche et la partie supérieure de la craie de Rouen sont très aquifères. Dans un seul des puits, la venue d'eau a dépassé 7500^{lit} à la minute. Il ne serait donc pas possible de percer le tunnel dans ces couches, et l'on a dû, par des cuvelages très soignés, isoler les puits de ces couches aquifères.

» Au contraire, la base de la craie de Rouen ne laisse passer que très

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1331; 1877.

peu d'eau. C'est dans cette partie que le tunnel devra être percé, les études géologiques ayant montré que la couche paraissait se poursuivre, sans discontinuité ni fracture, de France en Angleterre.

» Les eaux pénétrant dans les travaux sont douces et de très bonne qualité; à la partie supérieure seulement, on a trouvé quelques filets légèrement salés. Néanmoins, la communication des nappes aquifères avec la mer est rendue évidente par l'oscillation du niveau de l'eau dans les puits selon la marée, et par l'affluence toujours plus considérable à marée haute. Cela est d'ailleurs facile à comprendre, toutes les couches aquifères allant affleurer dans le détroit sous la mer.

» L'Association française, pour mieux connaître la couche praticable, a commencé au fond des puits des galeries destinées à s'avancer sur la mer, en contournant le bombement déjà signalé des Quénocs.

» Dans l'une de ces galeries, située à $55^{m},20$ au-dessous du zéro hydrographique, fonctionnera la perforatrice due au colonel Beaumont, dont je présenterai tout à l'heure les dispositions, d'après la Note de M. F. Raoul Duval, et dans l'autre, la machine inventée par un mécanicien anglais, M. Brunton, dont notre regretté confrère M. Delesse a déjà entretenu l'Académie.

» Du côté anglais, la Compagnie du South-Eastern-Railway, qui n'a cessé de se tenir en rapport avec l'Association française, en se basant sur les indications géologiques que celle-ci s'est empressée de lui fournir, a commencé à Shakespeare-Cliff, entre Folkestone et Douvres, un puits de 47^{m} de profondeur seulement, tout entier dans la craie de Rouen. Les quinze premiers mètres, situés au-dessus de la mer et sur le bord de la falaise, se trouvent naturellement drainés. Les trente-deux derniers mètres sont dans la partie qui, peu aquifère du côté français, a été là rencontrée tout à fait imperméable.

» Grâce à cette circonstance si heureuse, on a pu commencer au fond du puits, à la cote de 29^{m} au-dessous du zéro hydrographique français, une galerie s'avançant sous la mer en suivant dans la couche une pente descendante à peu près régulière de $\frac{1}{80}$, ou $12^{mm},5$ par mètre.

» La couche du côté anglais, un peu plus puissante que du côté français, présente une très grande régularité. Aussi la machine Beaumont, qui a été employée au percement, a pu y tracer facilement une galerie parfaitement cylindrique qui a atteint aujourd'hui plus de 1800^{m} à partir du puits, dont 1400^{m} environ sous la haute mer. Sur cette longueur, déjà considérable, il n'y a, pour ainsi dire, aucune venue d'eau.

» Dans les bancs qui forment la base de la craie de Rouen, la roche en masse est presque complètement sèche; elle dégage même de la poussière sous le choc des outils. Les venues d'eau qui y sont observées ont toutes le caractère de petites sources sortant des joints de fracture ou diaclases que l'on rencontre de temps à autre. Un des avantages sérieux de la forme parfaitement cylindrique, à parois unies, que produit le fonctionnement de la machine de M. le colonel Beaumont, est de pouvoir facilement isoler la galerie de ces suintements.

» Cet isolement se réalise par l'emploi d'un revêtement en fonte formé d'anneaux ayant exactement, comme diamètre extérieur, le diamètre intérieur de la galerie. Les anneaux, d'une hauteur de $0^m,30$, sont divisés en cinq segments consolidés par dix nervures à travers lesquelles passent des boulons qui réunissent les segments entre eux, et chaque anneau aux anneaux voisins.

» Lorsqu'une fissure laissant passer l'eau est rencontrée, on pose un ou plusieurs anneaux de fonte, de manière à la masquer complètement.

» La pose d'un anneau se fait en plaçant d'abord les quatre premiers segments; le cinquième forme clef, et les boulons tendent, pour celui-là, à le séparer du segment voisin, en appuyant fortement tout l'anneau contre la roche par son expansion même; le joint, d'ailleurs très faible, qui existe entre les deux derniers segments est rendu lui-même étanche par l'intercalation préalable entre la fonte et la roche, le long du joint, d'une bande de tôle mince.

» Lorsque les sources sont un peu fortes et que l'eau jaillit avec une certaine vitesse, on a employé avec succès une sorte de mastic au minium qu'on place entre les segments et la roche, et qui est comprimé à la façon d'un joint à eau, par le serrement des anneaux contre la roche. Le mastic sert aussi à assurer l'étanchéité entre deux anneaux voisins.

» Quand la fissure de la roche est très oblique à la direction de la galerie, on est parfois obligé d'accoler plusieurs anneaux à la suite les uns des autres, de manière à former un véritable cuvelage horizontal, dont les deux extrémités doivent atteindre la roche compacte et non fissurée.

» Grâce à la bonne exécution de ces anneaux de fonte, leur pose est très rapide : il ne faut pas plus d'une demi-heure pour poser un anneau complet, et l'expérience faite sur plusieurs points de la galerie ouverte à Shakespeare-Cliff, par la Compagnie anglaise, montre que, par ce procédé si simple, on arrive à aveugler complètement les sources rencontrées.

» En raison de la pente suivant laquelle descend la galerie anglaise, son

extrémité était arrivée récemment à 51^m au-dessous du zéro hydrographique, dans un point où la profondeur de la mer à marée basse est de 5^m : il restait donc 46^m d'épaisseur de craie entre le sol de la galerie et le fond de la mer.

» Ce sera sensiblement à la même cote qu'arrivera, au bout de 1500^m, la galerie partant du fond du puits français et se dirigeant en montant pour étudier le bombement des Quénocs, tout en devant, plus tard, servir comme galerie d'écoulement à l'assèchement d'une partie importante du grand tunnel. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des débris de Mammouth trouvés dans l'enceinte de Paris;* par M. A. GAUDRY.

« En faisant les fondations du nouvel Hôtel des postes, rue Pagevin, on a trouvé quelques débris d'animaux quaternaires; M. Guadet, architecte de l'Hôtel des postes, les a remis au Muséum d'Histoire naturelle. Ces débris proviennent d'un Cheval (*Equus caballus*), d'un jeune Cerf (*Cervus elaphus*) et du Mammouth (*Elephas primigenius*). Je mets sous les yeux de l'Académie une molaire qui, par ses lames très serrées, minces et couvertes d'une fine couche d'émail, présente le type le plus accentué de la dentition du Mammouth; pour faire ressortir sa différence avec celles de l'*Elephas antiquus*, je place à côté une molaire de cette espèce, que M. Chouquet vient de recueillir dans le diluvium de Chelles.

» Du temps de Cuvier, on a rencontré des restes de Mammouth près de la Salpêtrière. On en a trouvé aussi dans les sablières de la rue du Chevaleret et à l'hospice Necker. MM. Martin et Reboux ont donné au Muséum des pièces de Mammouth qu'ils ont recueillies à Grenelle, associées avec des restes de Rhinocéros, d'Hippopotames et de Bœufs primitifs. M. Leprat nous a remis une dent de Mammouth découverte rue Lafayette. M. Lecomte, architecte, en faisant construire une maison rue Doudeauville, près du boulevard Ornano, a vu extraire des fouilles un os d'Éléphant, avec des dents du *Rhinoceros tichorhinus*, le compagnon habituel du Mammouth; il a également donné ces pièces au Muséum. Ainsi, non seulement dans la banlieue, mais dans l'enceinte même de Paris, les grands animaux quaternaires n'ont pas été rares.

» On sait que Paris, à l'époque du Mammouth, avait déjà des habitants, puisqu'on y a trouvé des instruments humains dans les mêmes couches où l'on a recueilli des os de Mammouth. »

PHYSIOLOGIE. — *Tableau mobile des différentes attitudes du cheval à une allure quelconque.* Note de M. **Marey.**

« Les notations des allures du cheval exigeant, pour être profitables aux représentations artistiques, une étude préalable, un de nos élèves, M. Cuyer, peintre et prosecteur d'anatomie à l'École nationale des Beaux-Arts, a tenté de les rendre plus faciles à consulter en adoptant une disposition figurative qui, étant donnée la position d'un membre à une période quelconque d'une allure, permet de retrouver instantanément la position des trois autres membres pour cette même période; c'est, on le voit, une sorte de barême ou compte fait de la concordance des membres pour n'importe quelle phase des allures.

» Un cheval articulé est fixé sur une planchette; on interpose entre ces deux surfaces des feuilles de carton, sur lesquelles sont tracés les emplacements que devront occuper les sabots de l'animal; ces sabots et leurs traces correspondantes sont coloriés de la même teinte (les pieds antérieur et postérieur droits, rouge et jaune; les pieds gauches, bleu et vert).

» Ces traces sont numérotées et sont en nombre suffisant pour permettre d'obtenir plusieurs temps de chaque allure.

» En plaçant les sabots sur leur couleur et sur les numéros semblables, on représente les différentes phases de l'amble, du pas, du trot, du galop, du reculer, du saut, du cabrer, de la ruade, etc.

» Des traces, portant des numéros correspondants à ceux des sabots, donnent la position de la tête, de l'encolure, du corps et de la queue. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *De l'action des basses températures sur la vitalité des trichines contenues dans les viandes;* par MM. **Bouley** et **P. Gibier.**

« Le procédé qui, jusqu'à présent, a été conseillé comme le plus sûr pour tuer les trichines dans les viandes qu'elles peuvent infester est de soumettre ces viandes à une cuisson complète.

» On a proposé de substituer l'action du froid à celle de la chaleur, en soumettant des viandes trichinées à une température de — 20° à — 40°, pendant le temps nécessaire à la pénétration complète du froid jusqu'au centre de la viande.

» Voici les résultats des expériences que nous avons faites pou vérifier l'efficacité de cette idée.

» Un jambon salé provenant de Marseille et d'une très belle apparence a été reconnu infesté de trichines, dont la vitalité a été constatée par l'action de la chaleur. Lorsqu'on chauffait la lame porte-objet, placée sur la platine du microscope, les mouvements dont elles étaient agitées en témoignaient.

» Le 7 juin, on a détaché de ce jambon deux morceaux, l'un de 950^{gr}, l'autre de 1120^{gr}, qui ont été introduits le même jour à 11^{h} du matin dans deux appareils réfrigérants, système Carré, chez MM. Mignon et Rouart.

» La température de l'air dans les récipients a été reconnue être de 22° à 27° au-dessous de zéro.

» Au bout de deux heures et demie, on les a retirés et l'on a constaté, en introduisant un thermomètre à alcool dans leur épaisseur, que leur température intérieure était de — 20°.

» Voici maintenant les différents procédés d'exploration auxquels nous avons eu recours pour juger comparativement de l'état des trichines dans la viande soumise à la congélation et dans celle qui ne l'avait pas éprouvée.

» 1° *Examen microscopique avec l'épreuve de la chaleur.* — Dans la viande non congelée, au moment où l'on a fait agir la chaleur à une température de 35° à 40°, sur la lame de verre où l'on examinait la préparation, on a vu la trichine, quand elle était sortie de son kyste, se dérouler assez vivement. Celles qui étaient enkystées s'enroulaient au contraire. Quand on continuait à chauffer, la trichine éprouvait un mouvement brusque, puis elle devenait immobile. Elle était morte, tuée par la chaleur.

» La trichine de la viande congelée, soumise à la même épreuve, restait immobile. Elle se déformait seulement lorsque, sous l'influence de la chaleur, l'albumine du kyste se contractait.

» 2° *Coloration avec le violet de méthylaniline.* — Lorsque les trichines sont mortes, elles se colorent, au contact de cette substance, avec une intensité égale à celle des fibres musculaires. Vivantes, elles résistent à cette imbibition, pendant plus de huit jours. On peut obtenir, en les tuant par la chaleur, la coloration presque instantanée des trichines dans les préparations où on les voit incolores parce qu'elles vivent. En peu de temps alors elles se colorent.

» Grâce à ce réactif, il devient facile de constater la différence des trichines, au point de vue de la vitalité, dans les viandes congelées et non congelées. Celles des premières se colorent immédiatement, tandis que les

autres conservent leur transparence. On peut obtenir le même résultat avec le picrocarminate d'ammoniaque ou le bleu d'aniline.

» 3° *Examen comparatif des trichines des viandes congelées et non congelées, soumises à l'action digestive dans le canal des oiseaux.* — Les oiseaux ne sont pas susceptibles d'être infestés par les trichines.

» Quand on les alimente avec des viandes trichinées, leurs muscles ne sont pas envahis par les embryons de ce parasite, comme le sont ceux de l'homme et du porc.

» Mais les trichines ingérées vivantes éprouvent dans l'intestin des oiseaux un commencement de développement; et, comme elles résistent à l'action des liquides digestifs, on les retrouve vivantes dans le canal intestinal et dans les excréments. La trichine morte, au contraire, est digérée et l'on n'en retrouve aucune trace.

» Dix jeunes oiseaux ont servi à des expériences comparatives.

» Cinq ont reçu de la viande congelée.

» Cinq de la viande non congelée.

» On avait eu le soin de désaler ces viandes avant de les faire ingérer. L'expérience a duré huit jours.

» Chaque groupe était placé dans une cage munie d'un plateau de zinc où tout a pu être recueilli. Six fois par jour, chaque oiseau a reçu sa ration, et les excréments de chaque cage ont été soumis à l'examen le plus minutieux. Enfin, sur les cinq oiseaux qui avaient mangé de la viande congelée et sur les cinq autres de l'autre groupe, l'examen a porté sur les matières contenues dans le canal intestinal.

» Voici les résultats de ces examens : aucune trichine dans les intestins et dans les excréments des oiseaux nourris avec de la viande congelée.

» Trichines nombreuses dans les intestins et dans les excréments des oiseaux nourris avec de la viande non congelée.

» La viande soumise à la congélation ne subit aucune modification après le dégel; elle reste ce qu'elle était auparavant. L'examen comparatif des morceaux congelés et non congelés ne permet de saisir aucune différence.

» De nouvelles expériences, faites le 16 juin, avec un jambon trichiné, ont démontré qu'il suffisait d'une température de -12° à -15° pour faire périr les trichines. Le jambon, pesant 7^{kgr}, n'est remonté à zéro qu'après cinq heures.

» Somme toute, la démonstration paraît faite par ces expériences, que l'exposition des viandes à une température de -20° et même de -15° est suffisante pour faire périr les trichines qui peuvent leur être incorporées.

» La constatation des effets du froid intense sur la vitalité des trichines

incorporées aux viandes a déjà été faite par l'épreuve de la chaleur et de l'action digestive des oiseaux, à l'École de Médecine de Marseille, par MM. les Professeurs Livon, Bouisson et Caillot de Poncy. Les résultats que nous avons obtenus sont en parfaite concordance avec ceux des expériences faites à Marseille.

» Quant à la valeur de ces résultats de laboratoire, au point de vue de l'application à la prophylaxie pratique contre l'infestation trichinosique, cette question complexe doit être complètement réservée. »

ASTRONOMIE. — *Sur la seconde comète de l'année* 1784. Note de M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

» Selon les indications de M. Encke, dans la *Correspondance astronomique,* t. IV, on a regardé la découverte de la comète dont nous allons parler comme une plaisanterie du chevalier d'Angos. Cependant, quelques astronomes de la plus haute autorité, par exemple Gauss et d'Arrest, ne furent pas entièrement persuadés par l'analyse de ce célèbre savant et ne considéraient point l'imposture comme étant mise hors de doute. Et, en vérité, il y a bien lieu de croire qu'au moins les deux premières observations, lesquelles ont été communiquées immédiatement à Messier, ont été réellement faites.

» On sait que M. Burckhardt s'est donné beaucoup de peine pour conjecturer les éléments paraboliques de la comète dont il s'agit. Je vais rapporter les résultats qu'il a obtenus, en supposant que les deux distances de la comète à la Terre soient égales.

» L'année dernière, M. Denning a découvert une comète périodique, aussi remarquable par son excentricité peu considérable que par la petitesse exceptionnelle de son inclinaison. Les éléments qu'on a calculés de l'orbite offrant quelque ressemblance avec ceux de la première comète de l'an 1743 et ceux de la quatrième comète de 1819, on est amené à supposer une origine commune de ces trois comètes. Voici les éléments à côté desquels on a placé ceux de M. Burckhardt pour la comète II de l'an 1784 :

	Comète d'Angos.	Comète 1743, I.	Comète 1819, IV.	Comète Denning.
θ	55°	62°	77°	66°
i	26°	2°	9°	7°
π	150°	93°	67°	18°
Log	9,2332	9,9233	9,9506	9,2600
	Direct.	Direct.	Direct.	Direct.

» On voit par les nombres de ce tableau que les éléments calculés par M. Burckhardt s'accordent si bien avec ceux des trois autres comètes qu'on est amené à faire des recherches ultérieures sur les deux observations du chevalier d'Angos. Mais, au lieu d'établir, comme a fait M. Burckhardt, des hypothèses sur les distances, j'ai calculé plusieurs orbites, en supposant des valeurs hypothétiques de la longitude du nœud et de l'inclinaison. Quelques-uns des résultats obtenus de la manière indiquée sont rassemblés dans le tableau suivant :

	Orbite I.	Orbite II.	Orbite III.	Orbite IV.
θ	65°	45°	30°	65°
i.........	7°	4°	6°	2°
π........	163°	127°	60°	149°
log.......	9,9322	0,0000	9,9347	9,9884
$-e$......	9,6967	9,1079	9,6279	9,1131

» On en tire la conclusion que les deux observations *pourraient* appartenir à une comète se mouvant dans une orbite qui offre quelque analogie avec celle des trois comètes dont nous avons parlé. Mais, les éléments donnant toujours les distances de la Terre très petites, on y peut soupçonner de grandes altérations produites par l'attraction de ce corps. Pour les examiner, on a procédé de la manière suivante :

» Soient r et r' les rayons vecteurs de la comète et du Soleil, la Terre étant considérée comme corps principal; soient, de plus, H l'angle entre r et r' et M la masse du Soleil, celle de la Terre étant prise pour unité; on a l'expression suivante de la fonction perturbatrice

$$(\Omega) = l_1^2 \mathrm{M}\left[\frac{1}{r'} - \frac{1}{2}\frac{r^2}{r'^3}(1 - 3\cos\mathrm{H}^2)\right].$$

» On a négligé ici les puissances supérieures de la petite fraction $\frac{r}{r'}$ et l'on a désigné par l_1 un coefficient constant qui dépend des unités qu'on a choisies pour les distances et pour les masses. Dans le cas où l'unité de masse est celle de la Terre, et l'unité de distance $\frac{1}{100}$ de la distance moyenne entre le Soleil et la Terre, on a

$$\log l_1 = 2,42332.$$

» Cela posé, je désigne par H_0 une valeur moyenne de H et je ne con-

sidère que la partie constante de r'; or, en posant

$$\Omega = (\Omega) + f(r),$$
$$-f(r) = \frac{1}{2} l_1^2 (\mu_2) r^2,$$
$$(\mu_2) = \frac{3\cos H_0^2 - 1}{r'^3} M = \frac{M}{2r'^3}(1 + 3\cos 2H_0),$$

nous aurons pour les coordonnées ξ, η, dans le plan de l'orbite, les équations suivantes

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r^2} + f'(r)\right] \frac{\xi}{r} = \frac{\partial\Omega}{\partial\xi},$$
$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r^2} + f'(r)\right] \frac{\eta}{r} = \frac{\partial\Omega}{\partial\eta}.$$

» Maintenant, si l'on désigne par ξ_0 et η_0 les coordonnées intermédiaires, par τ le temps réduit (voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1262), et que l'on pose

$$r_0^2 = \xi_0^2 + \eta_0^2,$$

on aura, en vertu des équations

$$\frac{d^2\xi_0}{d\tau^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r^0} - (\mu_2)\right] \xi_0 = 0,$$
$$\frac{d^2\mu_0}{d\tau^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r_0^3} - (\mu_2)\right] \eta_0 = 0,$$

les intégrales

$$\xi_0 \frac{d\eta_0}{d\tau} - \eta_0 \frac{d\xi_0}{d\tau} = r_0^2 \frac{dv_0}{d\tau} = \sqrt{c_0}.$$
$$\left(\frac{dr_0}{d\tau}\right)^2 = -\frac{c_0}{r_0^2} + \frac{2l_1^2}{r_0} - h + l_1^2(\mu_2) r_0^2,$$

c_0 et h étant deux constantes arbitraires.

» La constante (μ_2) acquérant, dans notre exemple, une valeur négative, on a effectué les intégrations ultérieures d'après les méthodes indiquées dans mon Mémoire : *Ueber die Bahn eines materiellen Punktes*, etc. Les formules dont nous allons faire usage sont les suivantes :

Soient r_2 et r_1 les valeurs positives de l'équation

$$0 = -c_0 + 2l_1^2 r_0 - h r_0^2 + l_1^2 (\mu_2) r_0^4,$$

on fera d'abord usage des formules

$$\rho_2 = r_2\sqrt{(\mu_2)}, \qquad \rho_1 = r_1\sqrt{(\mu_2)},$$

$$\mu = \frac{1}{2}(\rho_2 + \rho_1), \qquad \nu = \sqrt{\left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{2}\right)^2 - \frac{2}{r_2 + r_1}},$$

$$k^2 = \frac{2\nu(\rho_2 - \rho_1)}{(\mu + \nu + \rho_1)(\mu - \nu + \rho_2)}, \quad k'^2 = 1 - k^2,$$

$$\operatorname{sn}(\omega, k') = -\sqrt{\frac{\mu - \nu + \rho_2}{\mu + \nu + \rho_2}}, \quad \operatorname{sn}(\sigma, k') = \sqrt{\frac{(\mu - \nu)(\mu + \nu + \rho_1)}{(\mu + \nu)(\mu - \nu + \rho_1)}}.$$

$$\operatorname{cn}(\omega, k') = \sqrt{\frac{2\nu}{\mu + \nu + \rho_2}}, \quad \operatorname{cn}(\sigma, k') = \sqrt{\frac{2\nu\rho_1}{(\mu + \nu)(\mu - \nu + \rho_1)}},$$

$$\operatorname{dn}(\omega, k') = \sqrt{\frac{2\nu}{\mu + \nu + \rho_1}}, \quad \operatorname{dn}(\sigma, k') = \sqrt{\frac{2\nu\rho_2}{(\mu + \nu)(\mu - \nu + \rho_2)}}.$$

Puis, après avoir déterminé ω et σ, on calculera deux quantités ς et ς_1, en vertu des formules

$$1 + \varsigma = \frac{2K}{\pi}\left[\frac{\pi\sigma}{KK'} - \frac{d\log\theta(\omega - \sigma, K')}{d\omega} + \frac{d\log\theta(\omega + \sigma, K')}{d\omega}\right],$$

$$1 + \varsigma_1 = \frac{2K}{\pi}\left[\frac{2\rho_1}{\sqrt{(\mu + \nu + \rho_1)(\mu - \nu + \rho_2)}} - 2\frac{d\log\theta(\omega + K)}{d\omega}\right];$$

soit enfin

$$N = \frac{l_1\sqrt{(\mu_2)}}{1 + \varsigma_1},$$

nous aurons les coordonnées r_0 et v_0, ainsi que le temps réduit en fonctions d'une seule variable u_0. Voici les expressions dont il s'agit :

$$\frac{r_0}{r_1} = \frac{1 - k^2 \operatorname{sn} i\sigma \operatorname{sn} u_0^2}{1 - k^2 \operatorname{sn}(i\omega + K)^2 \operatorname{sn} u_0^2},$$

$$v_0 - v^0 = (1 + \varsigma)\frac{\pi}{2K}u_0 + i\log\frac{\theta(u_0 - i\sigma)}{\theta(u_0 + i\sigma)},$$

$$N(\tau - \tau^0) = \frac{\pi}{2K}u_0 - \frac{i}{1 + \varsigma_1}\log\frac{\theta(u_0 - i\omega - K)}{\theta(u_0 + i\omega + K)},$$

où l'on a désigné par v_0 et par τ_0 deux constantes arbitraires. »

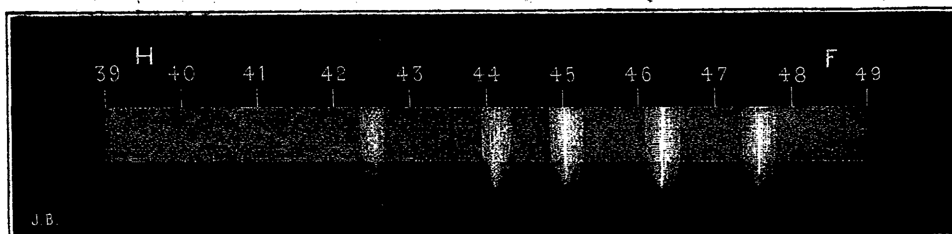
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre photographique de la comète I 1882 (Wells).* Note de M. **W. Huggins.**

« Le 31 mai 1882, j'ai obtenu une photographie du spectre de la comète Wells. Les observations de la partie visible du spectre avaient montré

déjà que cette comète s'écarte essentiellement du type d'hydrogène carboné qui est commun à toutes les autres comètes vues depuis l'an 1864, quand la lumière de ces corps fut soumise pour la première fois à l'analyse spectrale.

» On voit sur la plaque photographique un spectre continu fort, qui s'étend à peu près de F à H, mais l'on n'y peut pas distinguer les raies noires de Fraunhofer. Il est donc évident que la partie de la lumière originale de cette comète, qui est résolue dans un spectre continu, est plus forte par rapport à la lumière solaire réfléchie que dans la comète brillante de l'an dernier.

» On ne peut pas voir non plus sur la plaque les bandes brillantes du cyanogène, qui étaient si fortes dans la comète *b* 1881. Cependant on peut aisément distinguer dans le spectre continu cinq positions au moins où la lumière est plus brillante. Il est bien probable que les parties où la lumière est plus forte sont des bandes de raies brillantes que l'on ne peut



pas résoudre en raison de la faiblesse de l'impression photographique. Cette vue se trouve confirmée par la circonstance que l'on peut tracer ces parties brillantes en dehors du spectre continu du noyau, sur le côté qui correspond à la partie de la chevelure qui est tournée vers le Soleil. La lumière de cette partie de la chevelure est résolue par le prisme presque entièrement dans ces bandes brillantes, parce qu'on voit à peine ici sur la plaque une trace d'un spectre continu.

» La longueur d'onde de la partie la plus brillante de chaque région brillante a été mesurée.

» Ces mesures sont :

λ.
4253
4412
4507
4634
4769

» Les raies du sodium sont fortes dans la partie visible du spectre, et il est possible que la vapeur de ce corps puisse contribuer à produire quelques-unes de ces bandes brillantes dans la région la plus réfrangible.

» On sait depuis longtemps que les spectres des météores périodiques ne sont pas les mêmes pour des essaims différents; il n'est donc pas surprenant que la matière du noyau de cette comète possède une constitution chimique qui diffère de celle de toutes les comètes analysées jusqu'à ce jour ».

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le* Laminarites Lagrangei *Sap. et Mar.* Note de M. G. DE SAPORTA, présentée par M. A. Gaudry.

« Les récentes théories de M. A. Nathorst, tendant à expliquer par des traces d'animaux en marche sur la vase sous-marine la plupart des empreintes fossiles considérées jusqu'ici comme des Algues, m'ont engagé à examiner de plus près le *Laminarites Lagrangei* Sap. et Mar., type infraliasique que j'ai signalé de concert avec M. le professeur Marion ([1]). La grande taille de l'Algue présumée était un obstacle à la détermination de ses caractères morphologiques, les fragments recueillis dans la Haute-Marne par M. le Dr Lagrange ne laissant voir de terminaison dans aucun sens; mais l'empressement qu'a mis cet honorable géologue à extraire et à m'expédier de nouvelles plaques d'une dimension exceptionnelle est venu me fournir les éléments d'une solution définitive. Sur ces plaques, on distinguait à première vue des bandelettes parallèlement disposées, peu écartées l'une de l'autre, croisées par d'autres bandelettes, dirigées en sens contraire des premières et leur paraissant superposées. On constatait encore les bifurcations de certaines de ces bandelettes.

» Il s'agissait avant tout de rechercher la nature véritable du thalle dont les bandelettes avaient dû faire partie, si leur attribution à un végétal de la classe des Algues reposait sur quelque fondement. Je suis parti de l'idée que, par l'effet d'une circonstance demeurée inconnue, tenant peut-être à la structure même de l'ancienne plante, il existait, à la superficie des plaques d'un grès tendre et marneux (et toujours à la face inférieure de l'assise), deux portions de thalles ou assemblages de lanières équidi-

---

([1]) Voir *Biblioth. Scient. internat.*, publiée sous la direction de M. E. Alglave, XXXIX; l'*Évolution du règne végétal;* les *Cryptogames*, par G. de Saporta et A.-F. Marion, p. 101, *fig*. 34.

stantes, fortuitement appliqués l'un contre l'autre. Il n'y avait donc qu'à dégager un des deux thalles, en découvrant les bandelettes dont il était formé, dans toute son étendue, pour en saisir aussitôt la disposition. C'est ce que j'ai fait avec un plein succès, en m'attachant aux plus grandes plaques communiquées par M. Lagrange, d'une hauteur totale de plus de $1^m,30$. L'Algue en question a dû sa conservation au mode de fossilisation en *demi-relief*, que j'ai signalé comme plus particulièrement propre aux végétaux aquatiques.

» Par une conséquence forcée de ce procédé, les bandelettes qui constituaient le thalle montrent une de leurs faces, avec l'apparence et le relief qu'elle présentait autrefois, tandis que l'autre face se trouve incorporée à la roche. Une fois débarrassées de toutes les parties qui obstruaient leur contour, les bandelettes ont laissé voir des anastomoses ou points de jonction, qui les réunissent entre elles à des distances variables, de manière à circonscrire des espaces vides de la même largeur que les bandelettes elles-mêmes et d'une longueur qui, le plus souvent, atteint ou dépasse 1^m, de telle sorte que la terminaison de la plupart de ces mailles ou lacunes n'est pas comprise dans le périmètre trop restreint des plaques que j'ai examinées. Quelques-unes pourtant sont plus courtes et mesurent seulement depuis $0^m,30$ jusqu'à $0^m,80$ d'une extrémité à l'autre de l'ouverture; la plus petite dont j'aie eu connaissance excède quelque peu $0^m,10$. Il est donc aisé de concevoir que le thalle de *Laminarites Lagrangei* ne consistait, à l'exemple de celui des *Agarum*, qu'en une multitude de perforations étroites et allongées, séparées par des bandelettes ou barreaux plats, dont la réunion constituait un énorme réseau.

» Si l'on compare la dimension de ces ouvertures à celles dont le thalle de l'*Agarum* ou *Thalassophyllum clathrus*, de la mer Pacifique, est entièrement criblé, et qui mesurent au plus $0^m,04$ à $0^m,05$ de longueur, il est difficile de ne pas attribuer à la plante fossile une extension en tout sens d'au moins 50^m. Du reste, c'est dans la section des Laminariées, à laquelle il semble naturel de rapporter provisoirement le type découvert par M. Lagrange, que se rencontrent, de nos jours, les Algues de plus grande taille. Ici, en s'attachant uniquement à l'attribution phytologique, aucun doute ne saurait prévaloir. Non seulement les bandelettes ont conservé leur aspect, leur *grenu* superficiel, si l'on peut s'exprimer ainsi; non seulement leur bord légèrement sinué, leur face médiane faiblement, mais distinctement convexe, les stries vagues qui les parcourent sont demeurés visibles; mais ces bandelettes se montrent naturellement échancrées et corrugées, le

long de la marge ou dans leur milieu, sur une foule de points, comme si une partie de leur substance avait été enlevée alors qu'elles flottaient, soit par accident, soit par la morsure des animaux. Çà et là on distingue encore des cicatrices déprimées ou des inégalités verruqueuses; enfin, tout se réunit pour confirmer une détermination que l'esprit de système pourrait seul être disposé à contester.

» Du reste, le *Laminarites Lagrangei* ne me paraît pas isolé dans les mers anciennes. Une partie au moins des *Cylindrites* de Gœppert doit être rattachée à ce type ou à un type analogue, dont le thalle ne nous serait connu qu'à l'état de fragments. Mon *Cylindrites latifrons,* de l'aptien du Havre ([1]), pourrait bien représenter la base d'un thalle assimilable à celui de l'infralias de Hortes.

» De même qu'auprès des *Agarum* actuels le *Dictyoneurum californicum* Rupp. n'offre à la surface de son phyllome que des dépressions imperforées, dont les contours se trouvent circonscrits par des parties plus saillantes, il a dû de même exister autrefois, non loin du type représenté par le *Laminarites Lagrangei,* un autre type d'Algues dont les bandelettes cylyndroïdes n'auraient été séparées que par des enfoncements presque toujours fermés. Je possède un échantillon de cette nature, recueilli par M. Panescorse dans les psammites qui opèrent la transition du permien au trias, dans le Var. Le procédé de fossilisation est le même, et l'on observe également ici la superposition de deux thalles dirigés en sens inverse l'un de l'autre. De plus, on remarque l'existence d'un sillon médian longitudinal sur chaque bandelette, particularité qui rappelle à l'esprit la structure du *Fræna Goldfussi,* du silurien inférieur de l'Orne ([2]).

» On voit que, au lieu de tout confondre en voulant tout expliquer à l'aide de pistes d'animaux en marche sur le fond des mers, il est préférable de poursuivre les recherches et de déterminer, parmi les types fossiles controversés, ceux qui doivent continuer à être comptés au nombre des végétaux marins, quelle que soit d'ailleurs l'apparente anomalie de leur structure. »

([1]) *Notice sur les végétaux fossiles de la craie inférieure du Havre* (extrait des *Mémoires de la Société de Géologie de Normandie*); *Compte rendu de l'Exposition de* 1877.

([2]) *Évolution des Cryptogames,* p. 78, *fig.* 18.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale des conditions qui permettent de rendre usuel l'emploi de la méthode de M. Toussaint pour atténuer le virus charbonneux et vacciner les espèces animales sujettes au sang de rate.* Note de M. A. CHAUVEAU.

(Renvoi à la Commission du prix Vaillant.)

« En indiquant, le premier, un procédé de vaccination contre le sang de rate, M. Toussaint a rendu à la Science et à l'Agriculture un service signalé dont on ne lui a pas tenu assez grand compte. L'attention publique a été détournée de la découverte de M. Toussaint par le grand et légitime retentissement des recherches qui ont amené, bientôt après, M. Pasteur à la création, par cultures artificielles, d'un virus charbonneux atténué, fixe, se reproduisant indéfiniment avec ses propriétés plus ou moins bénignes. D'un autre côté, l'inventeur du premier vaccin charbonneux, momentanément condamné à l'inaction par la maladie, n'a pu donner à sa découverte tous les développements qu'elle comporte. Il a paru à l'ancien maître de M. Toussaint qu'il était de son devoir, en attendant le rétablissement complet de son élève, de montrer au public, par de nouvelles recherches expérimentales, toute l'importance de la découverte de M. Toussaint.

» On sait que M. Toussaint vaccine les moutons contre le sang de rate en leur inoculant du sang charbonneux chauffé pendant quelques minutes à une certaine température. On sait aussi, par la démonstration qu'en a donnée M. Pasteur, que l'élévation de température agit dans ce cas en atténuant l'activité du virus, la bactéridie charbonneuse. Cette curieuse modification, imprimée presque instantanément à la virulence de cette bactéridie, diffère-t-elle essentiellement, par sa nature, de la virulence atténuée des bactéridies qui se développent et se multiplient à la température, relativement élevée, de $+42^\circ$-43°? Elle passe, en tout cas, pour être beaucoup moins sûre. Je me propose de démontrer que c'est à tort. Employé suivant certaines règles que je vais exposer, le chauffage, pendant un temps très court, du sang infecté de bactéridies transforme ce fluide en un vaccin tout aussi sûr que celui de M. Pasteur.

» La première règle à suivre, la principale, c'est de pratiquer le chauffage de manière à communiquer au sang presque instantanément et également dans toutes ses parties la surélévation de température et de le soustraire de même à cette influence. Lorsque la quantité de sang à transformer

en vaccin est trop considérable, toutes les parties ne sont pas uniformément impressionnées par un très court chauffage; les agents virulents des couches profondes peuvent conserver toute leur activité et leur aptitude à causer une infection mortelle ; à moins que le chauffage ne soit trop prolongé, auquel cas on s'expose à tuer absolument le plus grand nombre des agents virulents. Pour éviter cet écueil, il faut renfermer le sang dans de petites pipettes cylindriques, de 1^{mm} au plus de diamètre. On scelle l'extrémité de ces pipettes et l'on plonge la partie qui contient le sang dans une grande masse d'eau portée et maintenue à la température voulue. Au bout du temps convenable, les pipettes sont retirées et plongées dans de l'eau froide. Grâce à la faible masse du véhicule qui renferme les agents virulents, ceux-ci s'échauffent et se refroidissent tous de même, avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

» Une autre règle doit être encore rigoureusement observée si l'on veut assurer pleinement la réussite de l'opération : il faut recueillir le sang dans des conditions qui permettent d'affirmer que les agents virulents introduits dans les tubes ont tous la même vitalité, la même activité, et qu'ils seront ainsi impressionnés de la même manière par le chauffage. C'est le cas quand on prend le sang sur un cochon d'Inde qui vient de mourir, après avoir survécu de trente-six à quarante-huit heures à l'inoculation d'un virus très actif. Avant d'introduire le sang dans les pipettes, on laisse celui-ci se prendre en caillots, que l'on brise et que l'on écrase pour en extraire un sang défibriné, qui est toujours très riche en bâtonnets virulents.

» En une heure, avec un seul cochon d'Inde, il est facile de préparer la quantité de vaccin nécessaire pour inoculer plus de 500 moutons. L'inoculation se fait avec la pointe de la lancette, chargée, par les procédés usuels de mon laboratoire, d'une très petite quantité de virus. Deux ou trois larges piqûres sous-épidermiques, à la face interne d'une oreille, suffisent pour une inoculation active.

» Le vaccin ainsi préparé doit être employé de suite, ou le lendemain de sa préparation au plus tard. L'expérience m'a appris qu'il est alors tout aussi inoffensif et efficace que le vaccin Pasteur, *si le chauffage a été pratiqué à une température et pendant un temps convenables*. Voilà le point de très grand intérêt que j'ai à traiter maintenant.

» Entre le point de chauffage qui fait perdre au sang presque toute son activité et celui qui respecte presque toute sa virulence, on croit généralement qu'il n'existe qu'un stade intermédiaire correspondant à un seul

degré d'atténuation plus ou moins difficile à obtenir. C'est une erreur. Mes recherches m'ont appris que la marge comprise entre ces points extrêmes est assez large pour qu'on puisse, en chauffant plus ou moins, obtenir plusieurs degrés d'atténuation; rien de plus facile que de produire ainsi, en quelques minutes, cinq ou six virus-vaccins d'activité presque régulièrement graduée. Cette méthode, pour faire varier l'activité du virus-vaccin, est vraiment d'une admirable simplicité. Voici quelques indications sur son emploi et ses résultats.

» C'est à partir de la température $+ 43°$-$44°$, suffisante pour empêcher tout développement, toute multiplication de *bacillus anthracis*, qu'on peut soumettre au chauffage le sang charbonneux destiné à être transformé en matière à vaccination. L'opération réussit parfois encore à la température de $+ 53°$-$54°$. On n'a presque plus de chances de succès, si l'on dépasse tant soit peu cette limite.

» Naturellement, la durée du chauffage doit être en raison inverse de l'élévation de température, et, pour une température donnée, directement proportionnelle au degré d'atténuation que l'on veut obtenir.

» Je laisse provisoirement de côté les expériences que j'ai faites avec les températures inférieures à $+ 50°$; il suffira, pour le moment, d'indiquer les résultats produits par le chauffage à $+ 54°$, $+ 52°$, $+ 50°$.

» Neuf à dix minutes d'exposition à la température de $+ 54°$ suffisent à tuer complètement les bactéridies du sang charbonneux. Ce temps est bien court : il ne permet pas d'opérer avec beaucoup de sûreté l'atténuation du virus. Aussi le chauffage à $+ 54°$ est un procédé à écarter, quoique j'aie pu obtenir des vaccins charbonneux en chauffant du sang virulent à cette température pendant huit, sept, six et cinq minutes.

» A $+ 52°$, on peut opérer, au contraire, avec une sécurité à peu près complète. Il faut un chauffage d'environ quinze à seize minutes pour arriver alors à anéantir toute vitalité dans le virus. Avec le chauffage de quatorze minutes, l'activité virulente de la bactéridie est respectée, mais extrêmement atténuée. Cette atténuation se marque de moins en moins, si l'on fait descendre la durée du chauffage à douze, dix, huit, six minutes.

» C'est le chauffage à $+ 50°$, mis en œuvre par M. Toussaint, que j'ai étudié avec le plus de soin. Avec cette température, il faut environ vingt minutes pour tuer la bactéridie charbonneuse. Le chauffage pendant dix-huit minutes produit un excellent vaccin d'une très grande atténuation. L'atténuation est encore marquée après un chauffage d'une durée de dix minutes; mais elle n'est déjà plus suffisante pour permettre de premières

vaccinations absolument inoffensives. A plus forte raison en est-il de même si la durée du chauffage est réduite à huit minutes. Entre ces deux degrés extrêmes d'atténuation, s'intercalent naturellement un certain nombre de degrés intermédiaires graduellement croissants, quand on fait varier la durée du chauffage de dix-huit à dix minutes.

» Une première inoculation avec du vaccin faible (sang chauffé à + 50° pendant quinze minutes) et une seconde inoculation, à dix ou quinze jours d'intervalle, avec du vaccin fort (sang chauffé pendant neuf à dix minutes) préservent les moutons des atteintes du virus le plus actif inoculé plus tard.

» Ce n'est pas seulement par le résultat des inoculations qu'il est permis de juger du degré d'atténuation que le chauffage de durée plus ou moins courte communique à l'activité du virus charbonneux. La diminution de la virulence coïncide toujours avec un affaiblissement équivalent dans l'activité de la prolifération du microphyte. La constatation de cet affaiblissement constitue même un très élégant et un très intéressant moyen de prouver que l'influence atténuante du chauffage varie comme la durée de celui-ci.

» Ainsi, que l'on prépare dix petits ballons à culture exactement de la même manière, et qu'on ensemence le liquide qu'ils contiennent (bouillon de mouton) avec une goutte de même sang charbonneux, non chauffé ou chauffé à + 52° pendant huit, neuf, dix, onze, douze, treize, quatorze, quinze, seize minutes. Placés dans une étuve à + 38°, ces ballons ne se comporteront pas de la même manière, au point de vue des progrès de la culture. En les observant avec soin, à intervalles assez rapprochés, on constate que le travail de prolifération commence à apparaître dans le ballon ensemencé avec le sang non chauffé, puis, en suivant de très près, dans ceux dont la semence n'a été chauffée que pendant huit, neuf, dix minutes. Ce travail est encore plus tardif là où la durée de l'échauffement de la semence a été portée à onze, douze minutes. Au bout de vingt-quatre heures, il débute à peine dans le ballon ensemencé avec le sang exposé treize minutes à l'élévation de température. Ce n'est guère qu'après quarante-huit heures qu'on voit poindre les premiers linéaments de flocons de mycélium dans le ballon à demeure, chauffé pendant quatorze minutes. Enfin le développement, très problématique dans l'avant-dernier ballon (semence chauffée quinze minutes), se montre absolument nul dans le dernier (semence chauffée seize minutes).

» Ces renseignements nouveaux donnent sa valeur réelle au fait décou-

vert par M. Toussaint. Je me garderai bien de le comparer, au point de vue de l'importance scientifique, à cette merveilleuse création de races de virus-vaccin que nous devons à M. Pasteur. Mais je pense que, sur le terrain de l'utilisation pratique, les deux méthodes de vaccination peuvent se partager la faveur publique et l'honneur des services à rendre à l'Agriculture. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Physique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Billet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Lallemand obtient	....	27	suffrages
M. Violle	»	14	»
M. Alluard	»	2	»
M. Crova	»	1	»
M. Terquem	»	1	»

M. Lallemand, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage intitulé : Account of observations of the transit of Venus, 1874, december 8, made under the authority of the British government; and of the reduction of the observations. Edited by sir *George Biddell Airy*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales eulériennes*. Note de M. J. Tannery, présentée par M. Hermite.

« On sait que M. Prym a montré que la fonction $\Gamma(x)$ pouvait se mettre sous la forme $\Gamma(x) = P(x) + Q(x)$, où

$$P(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{1}\frac{1}{x+1} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{x+2} - \ldots,$$

et où $Q(x)$ est une fonction transcendante entière. On obtient aisément

(*voir* le travail de M. Bourguet sur le *Développement en séries des intégrales eulériennes*) le coefficient de x^n dans le développement en série de $Q(x)$, suivant les puissances entières et positives de x sous forme d'une intégrale définie; mais la complication de cette intégrale définie fait désirer la connaissance d'un autre développement plus simple. Je suis parvenu, *dans le cas où la variable x est réelle*, à l'expression suivante :

$$(1)\qquad eQ(x) = \cfrac{1}{2 - x - \cfrac{1(1-x)}{4 - x - \cfrac{2(2-x)}{6 - x - \cfrac{3(3-x)}{8 - x - \ldots}}}}$$

La méthode que j'ai suivie laisse entièrement douteuse la légitimité de ce développement quand x est imaginaire. Elle repose sur le théorème [1] suivant, dont la démonstration est aisée, et qui peut être utilisé dans d'autres circonstances. Soient $U(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} u_n x^n$, $V(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} v_n x^n$ deux séries procédant suivant les puissances entières et positives de la variable réelle x, et dans lesquelles les coefficients u_n, v_n sont, au moins à partir d'un certain rang, tous positifs; je suppose que le rapport $\frac{u_n}{v_n}$ ait, pour n infini, la limite λ; si, a étant un nombre positif, les deux séries sont convergentes sous les conditions $0 < x < a$ et si, lorsque x tend vers a par des valeurs inférieures à a, les sommes U et V des deux séries augmentent indéfiniment, le rapport $\frac{U}{V}$ tendra vers la limite λ lorsque x tendra vers a par des valeurs plus petites que a.

» Ceci posé, la définition de la fonction $Q(x)$ donne immédiatement

$$Q(p) = \int_0^1 \frac{dx}{(1-x)^{p+1} e^{\frac{1}{1-x}}};$$

les deux quantités

$$z = e^{\frac{1}{1-x}}(1-x)^p, \quad u = e^{\frac{1}{1-x}}(1-x)^p \int_0^x \frac{dx}{(1-x)^{p+1} e^{\frac{1}{1-x}}},$$

sont évidemment, pour x compris entre zéro et 1, développables en séries

---

[1] M. Appell a signalé un cas particulier de ce théorème (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, 1878; p. 689).

procédant suivant les puissances entières et positives de x; elles augmentent indéfiniment quand x tend vers 1 par des valeurs plus petites que 1, et l'on a

$$Q(p) = \lim_{x=1} \frac{u}{z};$$

on voit facilement que les quantités u et z vérifient les deux équations

$$u'(1-x)^2 - u(px - p + 1) = 1 - x,$$
$$z'(1-x)^2 - z(px - p + 1) = 0,$$

et l'on en conclut que, en faisant

$$u = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{a_n x^n}{1.2\ldots n}, \quad z = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{b_n e x^n}{1.2\ldots n},$$

on a, pour n supérieur à 2,

$$a_n = (2n - 1 - p)a_{n-1} - (n-1)(n-p-2)a_{n-2},$$
$$b_n = (2n - 1 - p)b_{n-1} - (n-1)(n-p-2)b_{n-2},$$
$$a_1 = 1, \quad a_2 = 2 - p, \quad b_1 = 1 - p, \quad b_2 = (3-p)(1-p) + p.$$

» On déduira de là facilement que, pour chaque valeur réelle de p, les coefficients a_n, b_n finissent toujours par être tous de même signe, en sorte qu'on pourra appliquer le théorème énoncé plus haut, pourvu que le rapport $\frac{a_n}{b_n}$ ait une limite pour n infini. Or, si l'on considère la fraction continue

$$I(p) = \cfrac{1}{1 - p - \cfrac{1(0-p)}{3 - p \cfrac{2(1-p)}{s - p - \ldots}}}$$

et si l'on représente par $\frac{P_1}{Q_1}, \frac{P_2}{Q_2}, \ldots$ les réduites successives

$$\frac{1}{1-p}, \quad \frac{3-p}{(1-p)(3-p)+p}, \quad \ldots$$

de cette fraction continue, les numérateurs et les dénominateurs P_n, Q_n obéiront à la même loi de récurrence que a_n et b_n et l'on aura, pour p différent de zéro,

$$a_n = \frac{1}{p}(P_n - Q_n), \quad b_n = Q_n, \quad \frac{P_n}{Q_n} = p\frac{a_n}{b_n} + 1.$$

Or, d'après la nature de la fraction continue $I(p)$, les réduites, à partir d'un certain rang, finissent par aller toujours en augmentant; les réduites successives tendent donc vers une limite, ou grandissent indéfiniment; mais, dans ce dernier cas, $\frac{b_n}{a_n}$ aurait, pour n infini, la limite zéro et l'on aurait, en vertu du théorème qui sert de point de départ,

$$\lim_{x=1} \frac{z}{u} = 0,$$

ce qui est impossible, puisque $Q(x)$ est une quantité finie; on a donc

$$I(p) = peQ(p) + 1 = eQ(p+1),$$

égalité qui, pour $p = 0$, est évidente. En remplaçant p par $x - 1$, on obtient la formule (1).

» Il est aisé d'effectuer directement le développement en série ordonnée suivant les puissances entières et positives de x de la quantité

$$\frac{z}{e} = (1-x)^p e^{\frac{x}{1-x}} = \sum_{n=x}^{n=\infty} \frac{x^n(1-x)^{p-n}}{1.2\ldots n};$$

il suffira de développer chaque terme de cette dernière série et de réunir ensemble les termes qui correspondent à une même puissance de x; à cause de l'égalité $b_n = Q_n$, on voit qu'on parviendra ainsi à l'expressiondu dénominateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction continue $I(p)$, d'où l'on déduira pour le dénominateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction continue (1) la valeur

$$q_n = 1 + \frac{n}{1}(n-x) + \frac{n(n-1)}{1.2}(n-x)(n-x-1) + \ldots + (n-x)(n-x-1)\ldots(1-x),$$

qui, par sa forme, met en évidence la propriété de la fonction $eQ(x)$ de prendre des valeurs entières pour toute valeur entière et positive de x.

» Enfin, on pourra substituer à la fraction continue (1) le développement en série suivant, dans lequel la somme des n premiers termes est égale à la $n^{\text{ième}}$ réduite

$$eQ(x) = \frac{1}{q_1} + \frac{\varphi_1}{q_1 q_2} + \frac{\varphi_2}{q_2 q_3} + \cdots + \frac{\varphi_{n-1}}{q_{n-1} q_n} + \cdots,$$

où

$$\varphi_{n-1} = 1.2.3\ldots(n-1)(1-x)(2-x)\ldots(n-1-x). \text{»}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes.* Note de M. **APPELL**, présentée par M. **BOUQUET**.

« M. Liouville a démontré le théorème suivant sur les fonctions doublement périodiques :

» *Si l'on considère les zéros et les infinis d'une fonction méromorphe doublement périodique, qui sont situés dans un même parallélogramme élémentaire, la somme des zéros ne diffère de celle des infinis que par des multiples des périodes.* (Voir *Théorie des fonctions elliptiques*, par MM. Briot et Bouquet, 2e édition, p. 242.) Comme ce théorème se rattache au théorème d'Abel, on est conduit à penser que l'on pourra déduire du théorème d'Abel une proposition sur les fonctions abéliennes, analogue à celle de M. Liouville sur les fonctions doublement périodiques.

» Soient, en adoptant les notations de M. Briot (*Théorie des fonctions abéliennes*, p. 90), $F(x, y) = 0$ une équation algébrique de degré m en y et

$$(1) \qquad \sum_{k=1}^{k=p} u^{(i)}(x_k, y_k) = u_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p)$$

les équations différentielles abéliennes correspondantes, où l'on suppose, pour simplifier, que toutes les intégrales $u^{(i)}(x_k, y_k)$ ont la même limite inférieure (x_0, y_0). Considérons, en particulier, les p fonctions abéliennes

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 + \ldots + x_p = f_1(u_1, u_2, \ldots, u_p) = s_1, \\ x_1 x_2 + x_1 x_3 + \ldots + x_{p-1} x_p = f_2(u_1, u_2, \ldots, u_p) = s_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_1 x_2 \ldots x_p = f_p(u_1, u_2, \ldots, u_p) = s_p. \end{array} \right.$$

» Si l'on donne à $s_1, s_2, \ldots, s_p$ des valeurs numériques quelconques, ces équations (2), dans lesquelles on considère comme inconnues u_1, $u_2, \ldots, u_p$, donneront, pour ces inconnues, une infinité de systèmes de valeurs; imaginons ces systèmes partagés en groupes de telle façon que deux systèmes de valeurs $(u'_1, u'_2, \ldots, u'_p)$ et $(u''_1, u''_2, \ldots, u''_p)$ se trouvent dans des groupes différents ou dans le même groupe, suivant que les différences

$$u'_1 - u''_1, \; u'_2 - u''_2, \; \ldots, \; u'_p - u''_p$$

forment ou non un système de périodes ([1]). Alors :

» 1° *Le nombre des systèmes appartenant à un même groupe est* m^p *quels que soient* $s_1, s_2, \ldots, s_p$;

» 2° *Les* m^p *systèmes de valeurs formant un même groupe se partagent de plusieurs façons en* m^{p-1} *sous-groupes formés chacun de* m *systèmes, tels que, si l'on désigne par*

$$\begin{array}{cccc} u_1, & u_2, & \ldots, & u_p, \\ u'_1, & u'_2, & \ldots, & u'_p, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ u_1^{(m-1)}, & u_2^{(m-1)}, & \ldots, & u_p^{(m-1)} \end{array}$$

les m *systèmes de l'un de ces sous-groupes, on ait les relations*

$$u_i + u'_i + u''_i + \ldots + u_i^{(m-1)} \equiv C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

dans lesquelles les C_i *sont des constantes indépendantes des valeurs attribuées à* $s_1, s_2, \ldots, s_p$.

» Voici la démonstration de ces théorèmes.

» Lorsque, dans les équations (2), on donne à $s_1, s_2, \ldots, s_p$ des valeurs numériques, on en déduit pour $x_1, x_2, \ldots, x_p$ un seul système de valeurs, et alors les équations (1) donnent les valeurs correspondantes de $u_1, u_2, \ldots, u_p$. Or on sait que les intégrales $u^{(i)}(x_k, y_k)$, $(i = 1, 2, \ldots, p)$, lorsque x_k est donné et que y_k ne l'est pas, admettent m systèmes de valeurs distinctes augmentées de multiples de périodes; on en conclut immédiatement qu'en négligeant les multiples de périodes conjuguées, les équations (1) donnent, pour $u_1, u_2, \ldots, u_p$, m^p systèmes de valeurs. Parmi ces m^p systèmes, isolons un sous-groupe de m systèmes de valeurs formés de la façon suivante. Le premier système $u_1, u_2, \ldots, u_p$ est formé en associant à $x_1, x_2, \ldots, x_p$ les valeurs $y_1, y_2, \ldots, y_p$ de y; le deuxième $u'_1, u'_2, \ldots, u'_p$ est formé en associant à $x_1, x_2, \ldots, x_p$ les valeurs $y'_1, y'_2, \ldots, y'_p$ respectivement différentes de $y_1, y_2, \ldots, y_p$; le troisième $u''_1, u''_2, \ldots, u''_p$ en associant à $x_1, x_2, \ldots, x_p$, les valeurs $y''_1, y''_2, \ldots, y''_p$ respectivement différentes des précédentes $y_1, y'_1; y_2, y'_2; \ldots, y_p, y'_p$; et ainsi de suite jusqu'au dernier système $u_1^{(m-1)}, u_2^{(m-1)}, \ldots, u_p^{(m-1)}$, obtenu en associant, dans les équations (1), à $x_1, x_2, \ldots, x_p$ les valeurs $y_1^{(m-1)}, y_2^{(m-1)}, \ldots, y_p^{(m-1)}$ respectivement différentes des précédentes; de telle sorte que les valeurs $y_k, y'_k, \ldots, y_k^{(m-1)}$ soient les m racines

---

(¹) Voir *Untersuchungen ueber die 2r-fach periodischen Functionen von r Veränderlichen*, de M. Weierstrass (*Journal de Crelle*, t. 89).

distinctes de l'équation

$$F(x_k, y) = 0.$$

» Le sous-groupe étant ainsi formé, la somme $u_i + u'_i + \ldots + u_i^{(m-1)}$ est égale à

$$\sum_{k=1}^{k=p} [u^{(i)}(x_k, y_k) + u^{(i)}(x_k, y'_k) + u^{(i)}(x_k, y''_k) + \ldots + u^{(i)}(x_k, y_k^{(m-1)})];$$

or, d'après le théorème d'Abel appliqué au cas le plus simple (Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, p. 78), la quantité entre crochets a une valeur constante indépendante de x_k. Donc la somme

$$u_i + u'_i + \ldots + u_i^{(m-1)}$$

a une valeur constante indépendante de $x_1, x_2, \ldots, x_p$, c'est-à-dire de $s_1, s_2, \ldots, s_p$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication déjà ancienne (*Comptes rendus*, 3 mars 1881), j'ai traité le problème de la réduction des intégrales hyperelliptiques du premier genre aux intégrales elliptiques. La proposition principale à laquelle j'étais arrivé peut s'énoncer ainsi : Si une intégrale de première espèce, correspondant au polynôme du cinquième degré

$$y^2 = x(1-x)(1-k^2x)(1-l^2x)(1-m^2x),$$

a seulement deux périodes, on pourra toujours, par une transformation du premier ordre, amener un système de périodes d'intégrales normales à avoir la forme

$$\begin{matrix} 0 & 1 & G & \frac{1}{D}, \\ 1 & 0 & \frac{1}{D} & G', \end{matrix}$$

où D est un entier positif. De ce résultat se tirent immédiatement les formes

de k^2, l^2 et m^2. On sait, en effet, que, dans le cas général où un système de périodes d'intégrales normales est représenté par

$$\begin{array}{cccc} 0 & 1 & G & H, \\ 1 & 0 & H & G', \end{array}$$

les modules k^2, l^2, m^2 de Richelot s'expriment par des quotients de fonctions Θ formées à l'aide de G, H et G', pour des valeurs zéro données aux arguments; on a ainsi, en employant les notations de M. Weierstrass,

$$k = \frac{\theta_{23}\theta_4}{\theta_{01}\theta_5}, \quad l = \frac{\theta_{03}\theta_{23}}{\theta_{12}\theta_{01}}, \quad m = \frac{\theta_{03}\theta_4}{\theta_{12}\theta_5}.$$

Il suffit de remplacer, dans ces expressions, H par $\frac{1}{D}$ pour avoir l'expression générale des modules k, l, m donnant un polynôme du cinquième degré qui jouisse de la propriété indiquée. Il faut toutefois, bien entendu, ajouter à ces modules tous ceux qui s'en déduisent par une transformation du premier ordre. De plus, on peut exprimer, à l'aide des fonctions Θ, comme on le voit dans le Mémoire couronné de Rosenhain (*Savants étrangers*, 1851), les coefficients P et Q de l'intégrale normale

$$\int \frac{(P + Qx)\,dx}{y},$$

ayant précisément pour périodes 0, 1, G, H. En remplaçant dans P et Q H par $\frac{1}{D}$, nous avons une intégrale hyperelliptique n'ayant que deux périodes, et l'on voit facilement que le quotient $\frac{P}{Q}$ peut s'exprimer algébriquement à l'aide de k, l et m.

» Il faut maintenant obtenir la substitution algébrique qui transformera l'intégrale précédente en une intégrale elliptique. Nous établissons, à cet effet, la proposition suivante : Soit la fonction Θ de Jacobi obtenue en faisant

$$2K = \frac{1}{D} \quad \text{et} \quad 2iK' = G;$$

l'expression

$$\Theta\left[\int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{(P + Qx)\,dx}{y} - \alpha\right],$$

où α désigne une constante arbitraire, est une fonction du point analytique (x, y), qui a D racines. C'est, comme on le voit, une proposition

analogue au théorème célèbre de Riemann dans la théorie générale des fonctions abéliennes.

» Considérons maintenant l'équation

$$(1) \qquad \int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{(P + Qx)\,dx}{y} = u;$$

la fonction x de u sera racine d'une équation algébrique dont les coefficients seront des fonctions doublement périodiques de u.

» Soit $\operatorname{sn} x$ la fonction elliptique correspondant aux valeurs, indiquées précédemment, de K et K′, et désignons par A_1 l'intégrale (1), prise suivant un chemin arbitraire de (x_0, y_0) à $(x = 0, y = 0)$; il résulte du théorème qui vient d'être énoncé que l'expression

$$\operatorname{sn}(u)\operatorname{sn}(2A_1 - u),$$

u étant défini par l'équation (1), est une fonction rationnelle de x, dont le numérateur et le dénominateur sont des polynômes de degré D. La fonction x de u, définie par l'équation (1), sera donc donnée par une équation de la forme

$$\frac{f(x)}{F(x)} = \operatorname{sn} u \operatorname{sn}(2A_1 - u),$$

f et F étant des polynômes de degré D.

» Mais on peut aller plus loin en faisant servir la relation précédente elle-même à la détermination de f et de F. Développons, en effet, dans le voisinage de $x = x_0$, l'expression $\operatorname{sn}(u)\operatorname{sn}(2A_1 - u)$ [où u représente l'intégrale (1)] suivant les puissances croissantes de $x - x_0$. Entre $D + 1$ coefficients consécutifs quelconques de ce développement devra exister une relation récurrente dont on trouvera les coefficients par des équations du premier degré; les coefficients de $F(x)$ se trouveront alors déterminés, et l'on trouvera de même uniquement, par des équations du premier degré, ceux de $f(x)$. Le problème se trouve donc alors complètement résolu, car la transformation

$$\frac{f(x)}{F(x)} = z$$

transformera l'intégrale hyperelliptique en une intégrale elliptique.

» Remarquons, en terminant, que le cas considéré autrefois par Jacobi, où

$$y = x(1 - x)(1 - ax)(1 - bx)(1 - abx),$$

correspond à $D = 2$, et la substitution à employer dans ce cas est bien effectivement du second degré. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la machine perforatrice de M. le colonel Beaumont, employée au chemin de fer sous-marin.* Note de M. F. **Raoul Duval**, présentée par M. Daubrée.

« La Société de construction des Batignolles (anciens établissements Gouin) a achevé, il y a quelques semaines, la construction de la machine perforatrice brevetée de M. le colonel Beaumont, du Génie militaire anglais. Cette machine est destinée à travailler très prochainement au creusement des galeries projetées par l'Association française du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre, en vue de préparer l'exécution ultérieure du grand tunnel lui-même.

» Au lieu de forer par percussion des trous de mine de faible dimension, comme au mont Cenis et au Gothard, la machine de M. le colonel Beaumont doit creuser d'un seul coup, sans le secours d'explosifs, une galerie de $2^m,14$ de diamètre, parfaitement cylindrique, en travaillant à la façon d'une gigantesque tarière.

» La nature de la roche dans laquelle le tunnel sous-marin doit se maintenir se prête, par son homogénéité et sa dureté relativement modérée, à un travail de cette nature. Déjà, du côté de l'Angleterre, plus de 2^{km} de longueur ont été percés dans le banc de craie correspondant avec une machine Beaumont. Celle construite en France présente divers perfectionnements qui assurent que le fonctionnement, déjà satisfaisant en Angleterre, se trouvera encore notablement amélioré.

» L'outil de la machine Beaumont consiste en une sorte de T dont la croix porte une série de couteaux en grattoirs destinés à attaquer la roche. La longueur de la croix correspond par conséquent au diamètre de la galerie à creuser. La disposition et le mode d'attache de ces couteaux rappellent beaucoup ceux des crochets de tours ou de machines à raboter.

» La tige du T, consistant en un long arbre en acier très puissant, reçoit son mouvement de rotation grâce à une série d'engrenages très solidement construits, ralentissant successivement le mouvement pris à l'origine sur l'arbre manivelle d'une machine à deux cylindres conjugués, actionnée elle-même par de l'air comprimé. En même temps que se produit le mouvement de rotation, un système hydraulique, analogue à celui des ascenseurs que l'usage dans les habitations de Paris a déjà rendu familiers, pro-

duit un mouvement de translation qui peut avoir lieu en avant, en arrière, ou être suspendu par un simple jeu de valve.

» Pour permettre, grâce à cet appareil hydraulique, le mouvement de la machine, celle-ci se compose de deux parties se déplaçant, l'une par rapport à l'autre, par glissement. La partie inférieure consiste en un segment de chaudière en forte tôle d'un rayon presque égal à celui de la galerie à creuser. Elle constitue une sorte de berceau portant des glissières, sur lesquelles se meut la partie supérieure, puissant bâti en fonte qui porte tout le mécanisme.

» Le berceau est relié au piston de l'ascenseur, et le bâti au corps cylindrique; de sorte que, lorsque l'on introduit l'eau par une petite pompe dans le corps cylindrique, le piston étant relié au berceau, qui lui-même repose sur le sol de la galerie, c'est le corps cylindrique et le bâti de la machine faisant corps avec lui qui, sous l'effort de la pression, s'avance sur les glissières, en appuyant contre le front de taille de la galerie les outils découpeurs; ceux-ci, dans un mouvement lent de rotation de 1 tour et demi à 3 tours par minute, accomplissent leur œuvre.

» Les débris de la roche tombent sur le sol de la galerie, d'où ils sont relevés par de vastes cuillers formées par deux évidements réservés dans la branche du T qui constitue le porte-outil. Ces cuillers, dans leur mouvement de rotation, se vident dans une chaîne à godets qui, en passant dans le corps cylindrique formant berceau et prenant son mouvement par un engrenage conique sur l'arbre de la manivelle, vient rejeter les déblais en arrière de la machine, à une hauteur qui permet leur chargement direct dans des wagonnets disposés à cet effet.

» Lorsque l'outil, sous l'action de la pression hydraulique, a parcouru une longueur de $1^{m},37$, on arrête quelques instants pour soulever tout l'appareil de $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ avec une combinaison de crics appropriés : le berceau cesse alors de reposer sur le sol de la galerie, et, en faisant agir la pression de l'eau sur l'autre face du piston, le berceau, relié à la tige du piston, est entraîné à son tour, par rapport au bâti immobilisé sur les crics, et il vient reprendre sous l'action de la pompe sa place originaire. Les crics sont alors soulagés et l'appareil est prêt pour un nouvel avancement. Toute cette manœuvre fort simple n'exige que quelques courts instants.

» La machine Beaumont sera alimentée, au chantier de Sangatte, avec de l'air comprimé par les appareils de M. le professeur Colladon, correspondant de l'Institut, à une pression de 2^{atm} effectifs.

» La distribution d'air est calculée pour donner à l'arbre manivelle une

vitesse normale de 100 tours par minute, et à l'outil lui-même celle d 1 tour et demi à la minute.

» Le mouvement hydraulique est calculé pour produire un avancement de $0^m,012$ par tour, soit $0^m,018$ par minute, en rapport avec la dureté de la craie grise où les galeries doivent être percées.

» Dans ces conditions de marche, l'avancement de la galerie serait de $1^m,08$ par heure; mais, en raison des manœuvres pour remettre la machine en fonctionnement, lorsque l'extrême déplacement d'une partie par rapport à l'autre (soit $1^m,37$) a été atteint, on ne peut compter, au maximum, que sur un avancement de 1^m par heure, ce qui est déjà un très bon résultat. La machine qui travaille du côté anglais, quoique d'un type moins puissant, atteint des avancements de 15^m en vingt-quatre heures, soit environ $0^m,60$ à l'heure.

» La forme parfaitement circulaire des galeries, la netteté de leurs parois frappent vivement les personnes qui les visitent. Il y a dans l'emploi de la machine Beaumont un progrès considérable pour l'art du mineur, lorsqu'il s'agit de pousser des travaux souterrains dans des roches de dureté moyenne et de composition assez régulière, comme la base de la craie de Rouen. La rapidité d'avancement, la suppression de l'emploi de la poudre ou d'autres agents explosifs, la sécurité plus grande qui en résulte pour les ouvriers mineurs, tant par un meilleur aérage que par l'absence d'ébranlements qui, en se propageant à travers les bancs de rocher, créent toujours le danger de communication avec les couches aquifères voisines; tout cela constitue des traits caractéristiques d'une grande importance, au point de vue de l'exécution d'un travail aussi spécial que celui de la construction du chemin de fer sous-marin. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'emploi des couples zinc-charbon dans l'électrolyse.* Note de M. **D. Tommasi**.

« Je demande à l'Académie la permission de répondre en quelques mots aux objections que M. Berthelot a faites à ma dernière Note [1].

» 1° J'ai montré que, avec deux couples zinc-charbon et acide sulfurique étendu, on pouvait décomposer une solution de sulfate de potassium, alors que cette décomposition ne pouvait s'effectuer à l'aide de deux couples zinc-platine et eau acidulée par SO^4H^2. Cette expérience a été répétée en

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 5 juin 1882.

employant des solutions de sulfate de potassium de différentes concentrations, depuis 1 pour 100 jusqu'à saturation, mais on n'a pas pu observer de différence appréciable entre l'électrolyse de ces solutions.

» 2°. La décomposition du sulfate de potassium, dans les conditions dans lesquelles j'ai opéré, ne peut être attribuée à la présence de quelques corps étrangers contenus dans le charbon, car, même en admettant, dans le cas le plus défavorable, que le charbon contînt des substances métalliques, cela ne pourrait que diminuer plutôt qu'augmenter la différence du potentiel aux extrémités du circuit.

» 3° Quant à la substitution du charbon pur au platine dans un couple zinc-platine et eau acidulée par SO^4H^2, M. Ed. Becquerel avait déjà observé, dès 1856 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVIII), que la force électromotrice de ce couple diminuerait au lieu d'augmenter. On sait cependant depuis que, dans les couples à deux liquides, la substitution du charbon au platine peut, ou ne pas changer notablement la force électromotrice du couple (élément de Grove ou de Bunsen), ou bien l'augmenter dans des proportions assez fortes (couple au bichromate de potasse).

» 4° Il ne paraît non plus probable que l'augmentation de la force électromotrice des couples à charbon soit due à l'absorption de l'hydrogène ou de l'oxygène par le charbon, car, comme je l'ai déjà fait observer, pour obtenir de bons résultats avec ces couples, il faut que les charbons renferment dans leurs pores un gaz, l'acide carbonique par exemple, qui, par sa présence, empêche ou du moins retarde la polarisation de l'électrode positive de la pile. Je ne nierai pas toutefois que l'absorption de certains gaz par le charbon ne fût peut-être la cause de l'augmentation de l'énergie des couples à charbon, mais cette supposition ne saurait être admise tant qu'elle ne sera pas démontrée par l'expérience. »

CHIMIE. — *Sur le silicium.* Note de MM. P. SCHUTZENBERGER et A. COLSON.

« On sait que le platine chauffé au feu de forge, en contact avec du charbon, devient fusible. M. Boussingault a montré que cette altération est due à la production de siliciure de platine, par suite de la réduction de la silice du charbon sous l'influence du métal.

» Nous avons constaté le même phénomène en chauffant au rouge blanc une lame ou un fil de platine, au centre d'une épaisse couche de noir de fumée non silicifère. L'accroissement de poids du métal et l'augmentation

de sa fusibilité sont dus, comme dans l'expérience de Collet-Descotils, à la fixation de *silicium*. Comme celui-ci ne peut plus provenir directement du charbon qui enveloppe le platine, nous avons cherché à nous rendre compte de la forme sous laquelle il avait pu se transporter des parois du creuset à travers une couche de noir de fumée de plusieurs centimètres d'épaisseur, malgré une volatilité à peu près nulle dans les conditions de température de l'expérience.

» Les essais suivants jettent quelque jour sur cette question :

» 1° Une lame mince en platine, roulée en spirale, est placée dans un petit creuset en charbon de cornue fermé par un couvercle tourné en même substance. Ce creuset est placé au centre d'un second creuset plus grand, en terre réfractaire, et l'espace vide est rempli avec du noir de fumée tassé fortement. On chauffe pendant une heure et demie au rouge blanc dans un bon fourneau à vent. Après refroidissement, on trouve généralement la lame réunie en un lingot fondu, avec une notable augmentation de poids, due à la fixation de silicium, qui a pénétré sous forme de vapeurs à travers les parois du vase intérieur.

» 2° Si, dans l'expérience précédente, on remplace le noir de fumée par un mélange de noir de fumée et de rutile (acide titanique) en poudre fine, la lame de platine qui sert de réactif reste absolument intacte et ne change pas de poids. La brasque titanifère préconisée par H. Sainte-Claire Deville pour arrêter l'azote dans les essais à température élevée s'oppose donc aussi au transport du silicium.

» Un mélange de charbon et de fer divisé est, au contraire, inefficace.

» Il semble résulter de ces faits que l'azote joue un rôle dans le transport du silicium, que l'on n'arrive à empêcher que par les moyens s'opposant au passage de l'azote. Peut-être se forme-t-il, sous la double influence de l'azote et du charbon sur la silice, un azoture de silicium volatil qui cède son silicium au platine partout où il le rencontre. Les faits publiés touchant l'azoture et l'azotocarbure établissent, en effet, la solubilité momentanée de ce corps.

» 3° L'expérience suivante démontre l'influence énergique exercée sur la silice par l'azote associé à un élément réducteur. Nous avons dirigé un courant d'ammoniaque séché à travers un tube en porcelaine, chauffé au rouge blanc, dans un fourneau à vent. Les parois internes du tube se sont trouvées corrodées d'une façon extraordinaire; les parties les plus chaudes étaient fortement tuméfiées, boursouflées et comme obstruées par une espèce de ponce noirâtre contenant du silicium amorphe et de l'azoture

de silicium. L'azote et l'hydrogène, employés isolément ou même en simple mélange, sont loin de produire de semblables effets dans les mêmes conditions de température.

» 4° La volatilité du silicium libre, à haute température, est trop faible pour rendre compte de l'altération du platine à distance. Pour le démontrer, nous avons placé quelques décigrammes de silicium cristallisé au fond d'un petit creuset en charbon de cornue; le silicium a été recouvert d'un petit disque plat en charbon de cornue sur lequel reposait la lame de platine. Le creuset fermé par son couvercle tourné a été enfoui dans une brasque titanifère et maintenu pendant une heure et demie au blanc éblouissant. Le métal n'a que très peu augmenté de poids, et ses propriétés n'ont guère été altérées. Le même essai a été répété plusieurs fois avec succès.

» En remplaçant le silicium cristallisé par de la silice pulvérulente, calcinée, le platine, disposé sur le disque à l'étage supérieur, fond et augmente de poids, tandis que la silice perd de son poids.

» L'influence qu'exerce la silice placée dans l'intérieur du petit creuset se révèle encore lorsque, dans la dernière expérience, on remplace le platine par du silicium cristallisé. Celui-ci, chauffé seul, au blanc, dans un creuset de charbon de cornues enveloppé de brasque titanifère, ne se recouvre pas d'une mousse blanc verdâtre, légère, tapissant les parois internes du creuset et du couvercle, comme cela arrive si l'on supprime l'acide titanique dans la brasque protectrice.

» Si, dans un creuset en charbon de cornues, on introduit de la silice (1^{gr} à 2^{gr}), que l'on recouvre d'un disque en charbon de cornue creusé en coupelle sur sa face supérieure, en plaçant quelques décigrammes de cristaux de silicium dans cette coupelle; si, enfin, après avoir fermé le creuset avec son couvercle tourné, on enveloppe le récipient de brasque titanifère, et si on le chauffe une heure et demie au rouge blanc, on constate que le silicium est en grande partie converti en oxycarbure blanc verdâtre et, fait très curieux, une colonne cylindrique d'oxycarbure blanc verdâtre, très léger et poreux, épanouie en haut et en bas, réunit le centre de la coupelle au centre de la paroi inférieure du couvercle, sans qu'il se soit formé le moindre dépôt contre les parois latérales et le reste du couvercle.

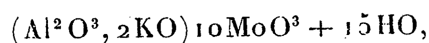
» La théorie complète de tous ces phénomènes curieux est assez difficile à établir, à cause des hautes températures qu'ils réclament pour se manifester; mais on peut conclure, dès à présent, que l'azote et probablement aussi l'oxygène jouent un rôle dans le transport du silicium dans l'espace

vide, et que les composés carbosiliciques que nous avons décrits précédemment interviennent également. »

CHIMIE. — *Action du bimolybdate de potasse sur quelques oxydes. Production du corindon et du fer oligiste.* Note de M. F. PARMENTIER.

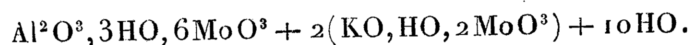
» En étudiant l'action des molybdates acides sur un certain nombre de substances, je suis arrivé à des données qui intéressent l'étude souvent compliquée des phénomènes pouvant se produire dans la formation des substances minérales cristallisées. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

» I. En attaquant, en tubes scellés, vers 150°, de l'alumine, du sesquioxyde de fer ou de chrome hydratés, par le bimolybdate de potasse en présence de l'eau, j'ai obtenu des sels doubles cristallisés. Les sels obtenus par ce procédé sont solubles, et peuvent être purifiés par cristallisations successives. Un excès d'eau les décompose avec précipitation des sesquioxydes et formation de molybdates plus acides, comme on l'observe pour le bimolybdate de potasse, qui est aussi peu stable en présence d'un excès d'eau. Le sel d'alumine qui s'obtient le plus facilement a pour formule



$$(Al^2O^3, 2KO)10MoO^3 + 15HO,$$

qu'il est peut-être plus rationnel d'écrire



$$Al^2O^3, 3HO, 6MoO^3 + 2(KO, HO, 2MoO^3) + 10HO.$$

» Sous cette forme, il représente un bimolybdate double d'alumine et de potasse.

» II. Les sesquioxydes de fer et d'alumine préalablement calcinés sont également attaqués par le bimolybdate de potasse fondu. Quand on maintient les oxydes précédents avec le bimolybdate de potasse, à une température voisine de la fusion de ce sel, ils se dissolvent, et il se produit des sels doubles. La production de ces sels est non seulement démontrée par la dissolution des oxydes, mais encore parce que le mélange fondu, repris par l'eau bouillante, donne par refroidissement de la dissolution les mêmes sels doubles que ceux obtenus par voie humide. Il est plus facile de reproduire ces corps par le procédé de fusion que par voie aqueuse, en raison des plus grandes quantités de matières qu'on peut mettre en présence. Toutefois, le molybdate double de chrome et de potasse ne peut être ob-

tenu par ce procédé de voie sèche, parce que le sesquioxyde de chrome s'oxyde, et passe à l'état d'acide chromique.

» III. Quand on élève la température du mélange fondu obtenu précédemment, le phénomène change. Il y a décomposition des sels doubles, et formation de corindon ou de fer oligiste. La quantité des oxydes cristallisés augmente avec la température, et on peut, en chauffant suffisamment la matière, arriver à précipiter la totalité des sesquioxydes. Si, après avoir fait cristalliser ces oxydes, on abaisse la température du mélange, le phénomène inverse se produit : les minéraux formés se dissolvent, plus lentement, il est vrai, qu'avant leur cristallisation. On voit donc que, dans le cas qui nous occupe, on a, suivant la température, des sels doubles, ou un oxyde cristallisé provenant de la décomposition de ces sels.

» On comprend aussi, d'après les expériences précédentes, le mécanisme présidant à l'accroissement des cristaux qui se produisent dans des opérations analogues. Ici cet accroissement est dû à des alternatives d'élévation et d'abaissement de température. Une élévation de température produit la cristallisation d'une certaine quantité de matière, par suite de la destruction des combinaisons produites précédemment; un abaissement de température permet la nouvelle formation de ces combinaisons, formation qui se fait aux dépens des cristaux les plus petits. Une nouvelle élévation de température produit le phénomène inverse, et les gros cristaux se nourrissent aux dépens des petits. Nous sommes en présence d'un phénomène analogue à ceux qui se passent dans la production des cristaux par voie humide. Seulement, dans les expériences que je rapporte, et qui ont comme analogues un grand nombre d'autres, il faut remarquer que la cristallisation est due à une série alternée de compositions et de décompositions, et non à un phénomène de dissolution.

» IV. Le corindon que j'ai obtenu se présente sous forme de lames hexagonales entièrement semblables aux cristaux de tridymite peu épais, quand ceux-ci ne présentent pas les mâcles qui souvent permettent de les caractériser. En l'absence de ces mâcles, l'examen au microscope ordinaire, et même au microscope polarisant, ne suffit pas pour différencier ces deux espèces cristallines. Une analyse est alors nécessaire.

» V. Pour résumer ce qui précède, nous voyons que si nous partons, à haute température, d'un mélange, par exemple, de corindon et de bimolybdate de potasse, nous pouvons, par abaissement de température, former un bimolybdate double d'alumine et de potasse, en même temps qu'un molybdate plus basique. L'eau dissoudra le mélange de ces corps

et donnera naissance à des sels hydratés qu'un grand excès d'eau détruira avec précipitation d'alumine gélatineuse. La succession inverse des phénomènes peut être produite. Des faits analogues à ceux-ci ont dû se passer dans la formation de certains minéraux. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de nickel en solution acétique.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Debray.

« *A froid.* — Si l'on ajoute de l'acide acétique à une solution aqueuse de sulfate neutre de nickel, qu'on sature ensuite par le gaz sulfhydrique à 0°, et qu'on l'abandonne en vase clos à la température ambiante, l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de nickel est ralentie et peut même être annihilée.

» I. Ainsi, dans une solution renfermant $0^{gr},200$ de sulfate neutre pour 140^{cc} de liquide acidulé avec 3^{gr} d'acide acétique $C^4H^4O^4$, on peut constater qu'au bout de vingt-quatre heures, entre $+12°$ et $+16°$, l'hydrogène sulfuré n'a déterminé aucun précipité. Ce n'est que quelques jours plus tard, qu'apparaissent sur la paroi du vase quelques petits grains noirs très fins, qui grossissent fort lentement et deviennent ainsi l'origine de conglomérats cristallins (¹).

» On a laissé à l'expérience une durée de dix mois, en l'abandonnant aux variations de température survenues pendant cette longue période (de $+6°$ à $+34°$), et cependant la précipitation n'était pas complète, car j'ai encore trouvé dans le liquide, après ce laps de temps, $0^{gr},005$ de sulfate de nickel. Or j'ai fait voir qu'une solution de sulfate neutre de nickel, faite dans les mêmes proportions de sulfate et d'eau, et saturée d'hydrogène sulfuré, ne renferme plus, après un mois d'expérience à la température ambiante, qu'un poids de sulfate inférieur à $0^{gr},001$.

» L'action de l'acide acétique est donc manifeste. On peut même réduire à la moitié la quantité d'acide acétique, c'est-à-dire à 1 pour 100 par rapport au poids de l'eau, sans que le précipité soit plus accusé au bout de vingt-quatre heures, lorsque les autres conditions restent les mêmes.

(¹) Chaque masse est constituée par la réunion de petits cristaux aciculaires partant tous d'un point central. Aussi les cassures ont-elles une apparence rayonnée comme celle de certains nodules qu'on trouve dans la nature. Leur surface extérieure est d'un vert foncé, à reflets veloutés; mais leur cassure a un aspect métallique jaune clair. Ces masses, qui peuvent acquérir des dimensions assez fortes, avec de grands volumes de liqueur, sont inaltérables à l'air et ne peuvent se rompre que par le choc du marteau.

» II. Mais les résultats changent si la concentration de la solution métallique augmente.

» Si l'on opère, en effet, avec une solution renfermant pour le même volume liquide de 140^{cc}, et acidulée à 1 pour 100 par l'acide acétique $C^4H^4O^4$, un poids de $1^{gr},100$ de sulfate neutre de nickel, au lieu de $0^{gr},200$, au bout de vingt-quatre heures le précipité est déjà très notable; et il continue à augmenter rapidement. Aussi, après quatre jours d'expérience entre $+12^{\circ}$ et $+16^{\circ}$, le dosage de ce sulfure transformé en sulfate par oxydation a donné $0^{gr},305$ de sulfate, soit plus de 27 pour 100 du sel employé.

» Si la même solution métallique eût été additionnée de 3^{gr} d'acide acétique $C^4H^4O^4$, c'est-à-dire à 2 pour 100 au lieu de 1 pour 100, la formation du sulfure eût été un peu moins rapide, mais elle eût commencé néanmoins dans des limites de temps relativement encore assez courtes. Et ce n'est qu'en ajoutant un poids d'acide acétique beaucoup plus fort à cette solution que j'ai pu retrouver pour cet état de concentration des conditions de retard et d'arrêt dans la formation du sulfure, semblables à celles constatées tout d'abord avec une solution plus étendue.

» Pour annihiler l'action du gaz sulfhydrique sur le sulfate de nickel en solution, il faut donc ajouter à cette dissolution des poids d'acide acétique d'autant plus forts que sa richesse en sel métallique est elle-même plus grande. Et comme j'ai fait voir que le sulfate de nickel est décomposé à froid par l'hydrogène sulfuré, il en résulte que cette règle est d'accord avec celle de ma première Note, dans laquelle j'établissais déjà que, pour qu'une solution acétique d'acétate de nickel ne précipite pas immédiatement par l'action du gaz sulfhydrique, il faut tenir compte des rapports de poids d'acide acétique et d'oxyde de nickel en présence.

» De cette action de l'acide acétique j'ai pu déduire une méthode de préparation du nickel et du zinc employés à l'état de sulfates.

» *A chaud.* — Si, à froid, l'acide acétique retarde ou même empêche l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de nickel en dissolution, à chaud en vase clos, à 100° par exemple, son action est nulle.

» I. On constate en effet qu'une solution de $0^{gr},200$ de sel nickelique dans 140^{cc} et additionnée de 3^{gr} d'acide acétique $C^4H^4O^4$, commence déjà à se teinter légèrement en noir, si on la maintient à 40° pendant trois heures, alors qu'à 20° elle ne donne de sulfure en quantité appréciable qu'au bout de plusieurs jours. Et à 100° la précipitation est presque totale en trois heures. Le liquide ne contient plus alors qu'un poids de sulfate inférieur à $0^{gr},001$.

» On observe de même, avec une solution renfermant $1^{gr},100$ de sulfate dans 140^{cc} de liquide acidulé avec un poids d'acide acétique proportionnel à l'augmentation de poids du sulfate, c'est-à-dire $16^{gr},5 (= 3^{gr},55)$ d'acide $C^4H^4O^4$, qu'au bout de trois à quatre heures à 100°, le poids de sulfate encore en dissolution ne dépasse pas $0^{gr},006$ à $0^{gr},007$.

» Ce sont donc sensiblement les mêmes résultats que ceux que l'on obtient avec une solution *aqueuse* de sulfate neutre portée à 100° ([1]).

» II. L'expérience prouve même que l'on peut faire croître la proportion d'acide acétique, au delà de la quantité nécessaire pour annihiler *à froid* l'action du gaz sulfhydrique, sans que, *à chaud*, l'influence de l'acide acétique cesse d'être nulle. Ainsi $0^{gr},200$ de sulfate de nickel dissous dans 140^{cc} d'un liquide saturé à 0° de gaz sulfhydrique et formé par le mélange de 3 parties d'eau et 1 partie d'acide acétique $C^4H^4O^4$, c'est-à-dire renfermant environ 25 pour 100 de son poids d'acide, sont précipités à l'état de sulfure après quatre heures d'action à 100°; car le liquide ne retenait plus qu'un poids de sulfate inférieur à $0^{gr},0005$.

» On peut donc dire que, pour le sulfate de nickel, en solution aqueuse acidulée par l'acide acétique, tout se passe, *à chaud*, en présence de l'hydrogène sulfuré et en vase clos, comme si la solution ne renfermait qu'une solution aqueuse de sulfate neutre.

» III. Je ferai voir que, de cette observation, on peut déduire, pour le nickel et le fer à l'état de sulfates, une méthode de séparation, dont je donnerai les détails lorsque j'exposerai le résumé de mes recherches sur les sels de fer. »

CHIMIE. — *Sur le prétendu composé* AzH^2. Note de M. **Combes**, présentée par M. Wurtz.

« M. Maumené a récemment communiqué à l'Académie (*Comptes rendus*, 27 février 1882) une Note dans laquelle il étudie l'action du permanganate de potasse sur l'oxalate d'ammoniaque. Il prétend avoir reconnu qu'il se produit dans cette réaction un corps nouveau, auquel il attribue la formule AzH^2. L'existence d'un composé AzH^2 ou plutôt Az^2H^4 (hydrazine)

([1]) Dans toutes ces actions à 100° et en vase clos, le rapport du volume gazeux au volume liquide est toujours sensiblement le même; et ici, comme dans les expériences antérieures, où le rapport n'était pas donné, il est resté constamment compris entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{5}$ environ.

n'ayant rien d'improbable au point de vue théorique, par la raison que les dérivés éthylé et phénylé de l'hydrazine sont connus, il a paru intéressant de répéter les expériences de M. Maumené. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Le carbonate dont M. Maumené a signalé la formation, traité par HCl, donne, avec le chlorure de platine, un précipité dont l'aspect et la forme cristalline sont absolument ceux du chloroplatinate d'ammonium. L'analyse de ce précipité montre qu'il contient 1,96 à 1,90 pour 100 d'hydrogène, alors que le chloroplatinate d'ammonium contient 1,80 pour 100 d'hydrogène, et le corps indiqué par M. Maumené seulement 1,35.

» 2° La solution aqueuse du soi-disant AzH^2, saturée par HCl et évaporée à siccité, donne des cristaux absolument identiques à ceux du chlorure d'ammonium; des cristallisations fractionnées ont toujours donné le même résultat.

» L'analyse de ce chlorure donne, pour sa teneur en hydrogène, de 7,35 à 7,52 pour 100; le chlorure d'ammonium contient 7,47 pour 100 d'hydrogène, et le chlorure de AzH^2 seulement 5,71. Il ne se produit donc dans la réaction indiquée que de l'ammoniaque et de l'acide carbonique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le didyme*. Note de M. B. BRAUNER.

« M. Clève a publié dans les *Comptes rendus* (t. XCIV, p. 1528) une Note sur un nouveau métal de la cérite qu'il désigne par Diβ. Ce métal, moins basique que le lanthane, l'est plus que le didyme.

» J'ai traité le même sujet dans un Mémoire qui a été lu devant l'Académie impériale de Vienne le 6 octobre 1881, mais j'ai différé la publication de la partie traitant d'un nouvel élément de la cérite, jusqu'à ce que mes expériences fussent plus avancées ([1]).

» La Communication de M. Clève me permet de présenter à l'Académie les premiers résultats de mes expériences, dont je me suis occupé depuis trois ans.

» J'ai trouvé que le sulfate de lanthane purifié par des cristallisations répétées peut être décomposé, si l'on traite l'oxyde par une solution d'azotate d'ammoniaque, en deux terres : le poids atomique de la plus

(1) Voir : *Anzeiger der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien* du 6 octobre 1881 et du 9 juin 1882.

basique (oxyde de lanthane) étant 138,3 — 138,8, et le poids de la moins basique 140,2 environ.

» En traitant l'oxyde de didyme, ne contenant pas de lanthane, par l'azotate d'ammoniaque, j'ai pu en extraire une terre formant des sels incolores, et dont le poids atomique était 140,6. Le poids atomique du didyme restant était 142,5; mais, par des précipitations répétées, on a obtenu finalement un produit dont le poids atomique était 146,6.

» Dans le spectre d'étincelle des différentes fractions obtenues en décomposant le didyme impur, j'ai trouvé des raies n'appartenant à aucune des terres provenant de la cérite dont nous connaissons les spectres jusqu'à ce jour.

» J'ai expliqué tous ces phénomènes par la présence d'un quatrième élément de la cérite qui est, sans doute, identique au Diβ de M. Clève.

» En purifiant avec soin de nouvelles quantités de didyme, et spécialement après avoir écarté les fractions plus basiques et moins basiques que le didyme, j'ai trouvé pour le poids atomique du didyme le nombre Di $= 145,4$ (O $= 16$, S $= 32,074$).

» En employant le même procédé, pour purifier le didyme, qui m'avait donné antérieurement le poids atomique 146,6, j'ai réussi à séparer une autre terre d'un poids atomique supérieur à 145,4 : le résidu restant après cette purification m'a donné du didyme d'un poids atomique égal à 145,4. C'est, je crois, ce nombre qui approche le plus du véritable poids atomique de cet élément.

» Dans les liquides les plus basiques obtenus après la précipitation du didyme pur ne contenant pas de lanthane, on a trouvé un mélange de didyme et d'une terre abaissant le poids atomique du didyme jusqu'à 143,3.

» On voit par ce qui précède que le didyme ordinaire est un mélange d'au moins trois éléments. L'un est le vrai didyme (Di $= 145,4$); l'autre (le Diβ de M. Clève) est plus basique que le didyme, et son poids atomique est environ 141; le troisième, d'un poids atomique supérieur, est moins basique que le didyme (*samarium?*).

» La Communication précédente n'a pas pour objet de disputer la priorité au savant suédois dont les belles recherches sur les terres rares marquent dans la Science une époque nouvelle. Je veux seulement montrer que j'ai fait des observations sur une terre nouvelle de la cérite indépendamment de M. Clève [1]. »

---

[1] Ces observations ont été faites au laboratoire du professeur Roscoe.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur la matière colorante rouge du sang et sur l'hématosine;* par M. A. BÉCHAMP.

« Le sérum du sang de bœuf, bien débarrassé de microzymas et d'hématies par une filtration soignée sur un filtre garni de sulfate de baryte, ne dégage pas d'oxygène du bioxyde d'hydrogène. Aucun des principes immédiats du sérum ne possède donc, à cet égard, la propriété de la fibrine.

» Mais, la solution rouge que fournissent les globules, séparés du sang défibriné par le sulfate de soude, avant ou après la filtration par le filtre garni de sulfate de baryte, dégage de l'oxygène; en même temps la matière se décolore. Dans ces conditions, le dégagement d'oxygène ne pouvant plus être attribué aux microzymas ni aux globules, j'ai recherché quelle est la substance qui, parmi les matériaux solubles du globule rouge, opère la décomposition. C'est la matière colorante rouge et, dans celle-ci, l'hématosine. Il importait de mettre ces faits hors de doute.

» J'ai publié ([1]) un procédé de préparation de la matière colorante rouge du sang de bœuf qui la fournit à l'état soluble et certainement dépourvue de toutes traces de particules organisées, puisque, en dernière analyse, on l'extrait, par voie de réaction chimique, de la combinaison qu'elle forme avec l'oxyde de plomb. De plus j'ai montré ([2]) que la matière ainsi obtenue pouvait être exactement dédoublée en hématosine et en une matière albuminoïde incolore. Dans ces conditions, on peut dire que l'hémoglobine et l'hématosine sont des principes immédiats absolus, ne conservant plus rien de l'organisation des tissus d'où ils proviennent. Or ils dégagent l'oxygène du bioxyde d'hydrogène, et paraissent ainsi faire exception à l'une des lois que Thenard aurait pu déduire de ses observations. Il n'en est rien, l'exception n'est qu'apparente, car le phénomène n'est pas simple, du moins aussi simple que lorsqu'il s'agit de la fibrine. En effet, le dégagement d'oxygène est, avec l'hémoglobine et avec l'hématosine, corrélatif d'une absorption d'oxygène et d'une réaction profonde.

» *Action de l'eau oxygénée sur l'hémoglobine.* — Soit une eau oxygénée dégageant par le bioxyde de manganèse $10^{cc},5$ d'oxygène par centimètre

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 850, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. III, p. 340.

([2]) *Mémoire sur les matières albuminoïdes*, communiqué à l'Académie.

cube. Si dans un tube gradué on introduit sur le mercure, 10^{cc} de la solution d'hémoglobine, contenant, par exemple, $0^{gr},338$ de matière et 3^{cc} d'eau oxygénée on constate aussitôt un dégagement de gaz; le volume d'oxygène obtenu (sans trace appréciable d'acide carbonique) en vingt-quatre heures n'a été que de 26^{cc}.

» Dans une autre expérience, on a employé 10^{cc} de la même solution d'hémoglobine et 4^{cc} d'eau oxygénée. Dans l'espace de trois quarts d'heure, il s'est dégagé environ 30^{cc} d'oxygène, et 34^{cc} en vingt-quatre heures.

» Dans l'une et l'autre expérience il y a donc une perte d'oxygène. Or, dans les deux cas, la liqueur se décolore, et il se sépare une matière coagulée jaunâtre.

» Lorsque, dans ces opérations, on n'emploie pas un trop grand excès de bioxyde d'hydrogène, le peroxyde de manganèse ne dégage plus d'oxygène du liquide de la réaction.

» Ce qui distingue surtout l'hémoglobine de la fibrine et des tissus qui agissent comme elle, c'est qu'on peut la coaguler par l'alcool ou par la chaleur et la chauffer ensuite, sèche, à 120°, sans lui faire perdre la propriété de décomposer l'eau oxygénée et de se décolorer.

» J'ai dit que le phénomène était corrélatif d'une réaction profonde. En effet, aussitôt que la réaction commence, le mélange se trouble et il se sépare un corps jaunâtre qui se réunit en épais flocons; la liqueur que l'on sépare de ces flocons est complexe, elle contient une substance albuminoïde incolore, coagulable par la chaleur et par l'alcool, tandis que la portion non coagulée contient une matière albuminoïde soluble dans l'alcool, etc. La matière, qui devient insoluble pendant l'action de l'eau oxygénée et qui est jaunâtre, m'a paru contenir tout le fer de l'hémoglobine. J'ajoute que, si l'on opère sur des masses assez grandes, on peut constater un dégagement de chaleur, même avec l'eau oxygénée assez étendue que j'ai employée.

» *Action de l'eau oxygénée sur l'hématosine.* — L'hématosine très claire et très pure, telle qu'on l'obtient par le procédé que j'ai décrit, décompose l'eau oxygénée avec beaucoup d'intensité. La matière se décolore; il se produit également une absorption d'oxygène. Dans une expérience faite avec la même eau oxygénée que ci-dessus, 4^{cc} n'ont dégagé que 28^{cc} d'oxygène, sur 42^{cc} que le bioxyde de manganèse en aurait produits.

» L'hématosine qui a été dissoute par la potasse et reprécipitée par l'acide acétique agit comme l'autre et se décolore pareillement.

» Il faut beaucoup plus de bioxyde d'hydrogène pour décolorer l'hématosine que le même poids d'hémoglobine.

» L'hématosine est détruite, puisqu'il y a décoloration, et il paraît se former des produits solubles. Je déterminerai comment le fer se partage parmi les produits qui se forment.

» *Action de l'eau oxygénée sur la matière blanche du dédoublement de l'hémoglobine.* — Elle paraît extrêmement faible; dans vingt-quatre heures, dans les mêmes circonstances que ci-dessus, elle n'a dégagé que 4^{cc} d'oxygène.

» En résumé : 1° l'hémoglobine et l'hématosine se comportent au contact de l'eau oxygénée comme des corps oxydables; quant à l'oxygène dégagé, il l'est corrélativement; c'est ce que Thenard avait constaté pour certains principes immédiats végétaux; c'est ainsi qu'il a vu le sucre et l'amidon dégager de l'acide carbonique et de l'oxygène à la fois quand il employait de l'eau oxygénée concentrée.

» 2° Il est clair que le sang contient deux causes de décomposition à l'égard de l'eau oxygénée, les microzymas et l'hémoglobine. Or M. Dumas a vainement recherché l'eau oxygénée dans le sang; j'imagine que personne ne sera plus habile que l'illustre chimiste; puisque, si elle se forme, c'est pour être aussitôt utilisée et produire les transformations dont celles que je viens de faire connaître ne sont sans doute que l'image. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le suc gastrique.* Note de M. P. CHAPOTEAUT.

« Peu de questions sont plus débattues et plus étudiées en ce moment que celles des digestions, surtout depuis les récentes Communications faites à l'Académie; la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui ne saurait revêtir le caractère d'un Mémoire terminé, et, si je demande la permission d'exposer les premiers résultats de mes recherches sur ce sujet si controversé, c'est en vue de m'assurer le bénéfice des études commencées et des premiers résultats acquis.

» Voici la méthode employée pour obtenir le suc gastrique nécessaire à nos expériences : les estomacs de moutons récemment sacrifiés sont lavés rapidement; on en sépare les glandes pepsigènes, que l'on pulpe avec soin, sur un tamis métallique à mailles fines; l'évaporation de cette pulpe sur des plaques de verre à la température de + 50° donne un résidu sec formé

de parties fibreuses, de suc gastrique et de matières grasses qu'enlève l'éther anhydre sans altérer son pouvoir digestif.

» Le produit ainsi obtenu, traité à plusieurs reprises par l'eau distillée (100^{gr} pour 3^{lit}), se dissout en laissant un résidu dénué de tout pouvoir digestif.

» Cette solution aqueuse évaporée abandonne une pepsine dissolvant trois mille fois son poids de fibrine; en étendant cette solution aqueuse de son volume d'alcool à 95°, elle laisse précipiter un corps pulvérulent blanc et neutre, tandis que le véhicule hydro-alcoolique présente une réaction acide. Quelle est la nature de cette matière blanche, et quel est le corps qui donne une réaction acide au véhicule hydro-alcoolique? A cet égard, j'ai pu constater les faits suivants : la liqueur acide privée d'alcool par évaporation à + 50° ne dissout plus la fibrine; la matière blanche possède, au contraire, un pouvoir dissolvant considérable quand elle est acidifiée; en elle paraît se résumer la propriété spéciale de la pepsine; ses propriétés, sur lesquelles je reviendrai prochainement, sont voisines de celles des albumines, moins son peu de solubilité dans l'eau, qu'explique son mode d'isolement par l'alcool; ainsi sa dissolution aqueuse est coagulable vers + 70°; elle précipite par les sels métalliques et les dissolutions de chaux et de baryte; en outre, elle mousse par l'agitation comme une solution d'albumine.

» Quant au liquide acide, il fournit un sel barytique peu soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool à 60°; cet acide est certainement l'un des éléments actifs de la pepsine, car la solution aqueuse de la matière albuminoïde possède un pouvoir dissolvant de la fibrine inférieur à celui de la solution primitive d'où je l'ai extraite; en résumé, la pepsine me paraît être la combinaison d'une matière albuminoïde avec un acide organique, ce que j'espère démontrer prochainement.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Rigaud, à Neuilly. »

ZOOLOGIE. — *Sur la différenciation du protoplasma dans les fibres nerveuses des Unionides.* Note de M. J. CHATIN, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« La structure des fibres nerveuses chez les Mollusques, et particulièrement chez les Lamellibranches, a été très différemment interprétée par la plupart des anatomistes : tantôt on a représenté ces éléments comme

réduits à un simple faisceau de fibrilles, tantôt on a cru pouvoir y décrire de nombreuses parties accessoires. L'observation permet de formuler une appréciation intermédiaire, car, sans révéler la complexité qui, suivant quelques auteurs, caractériserait ces fibres, elle y montre du moins certaines formations secondaires dont on ne saurait méconnaître la signification.

» De teinte grisâtre et de consistance molle, les filets nerveux des Unionides (*Unio pictorum, Anodonta cygnea,* etc.) ne se laissent que difficilement dilacérer; il est rare que l'on parvienne à dissocier leurs fibres sans les briser. La dilacération doit être poursuivie lentement; il convient de ne la pratiquer qu'après avoir fixé les éléments par l'acide osmique; on peut ensuite traiter les pièces par le picrocarminate d'ammoniaque ou le rouge d'aniline, pour les monter enfin dans la glycérine.

» On constate alors que l'axe est occupé par un faisceau de fibrilles disposées longitudinalement et donnant à l'élément l'aspect strié qui lui est propre. Autour de cette partie centrale se voit une couche protoplasmique dans laquelle des noyaux apparaissent çà et là; ces noyaux sont toujours d'une observation difficile [1], et l'on doit, sous ce rapport, relever une notable différence entre la fibre nerveuse du Lamellibranche et la fibre de Remak du Vertébré.

» Considéré dans son ensemble, le protoplasma se montre finement granuleux; cet aspect se modifie souvent par la présence de produits secondaires dont la nature peut varier mais dont l'origine est identique, car ils sont constamment dus à l'activité formatrice du protoplasma.

» Dans la masse protoplasmique se distinguent d'abord des globules sphéroïdaux et réfringents, colorables en noir par l'acide osmique; ce sont les granulations myéloïdes. Primitivement rares et éparses dans le protoplasma, elles se multiplient quelquefois assez rapidement, sans jamais s'unir ou se confondre au point de constituer une couche spéciale autour de la fibre nerveuse. Simple manifestation de la fonction stéatogène, commune à un si grand nombre d'éléments figurés, la genèse de ces corpuscules permet de les rapprocher de la myéline des Vertébrés, et l'on doit reconnaître que les dispositions propres aux Mollusques apportent un précieux concours à l'étude histogénique d'une substance dont l'évolution est toujours difficile

---

[1] Il en est de même chez plusieurs autres types de la série des Invertébrés et spécialement chez différents Vers; peut-être quelques observateurs ont-ils trop rapidement conclu à l'absence de noyaux dans les fibres nerveuses de ces animaux; ils y sont seulement d'une constatation difficile.

à suivre dans le tube nerveux, trop tôt différencié, des animaux supérieurs. Chez les Lamellibranches, au contraire, elle apparaît lentement dans le protoplasma dont elle n'est qu'une émanatiou et dont elle n'altère aucunement la valeur fonctionnelle, tandis que chez les Vertébrés (tube à double contour) elle y détermine, par sa rapide prolifération, une véritable régression qui n'en laisse plus subsister que de minces fragments dont il faut même emprunter la notion à la gaine de Mauthner ou aux incisures de Schmidt.

» Les corpuscules myéloïdes ne représentent pas l'unique produit qui dérive du protoplasma; celui-ci se complique parfois encore de granulations pigmentaires. Assez fréquent dans certaines cellules nerveuses, le pigment n'a été que rarement indiqué dans les éléments conducteurs; cependant il y a été signalé chez divers Invertébrés et dans quelques Vertébrés inférieurs ([1]). Chez les Lamellibranches, on voit souvent apparaître, dans le protoplasma, des granulations brunâtres ou jaunâtres. Elles semblent posséder une incontestable valeur spécifique, et je ne pense pas que l'on puisse les rapporter à une modification secondaire des corpuscules myéloïdes; l'action de l'éther ou du chloroforme ne les altère aucunement.

» Après avoir analysé les principaux produits dus à l'activité du protoplasma, il convient d'examiner si ce dernier conserve ses caractères originels dans toute sa masse, ou s'il ne manifesterait pas quelques différences locales de texture ou de densité. Ces études complémentaires offrent un intérêt particulier, puisqu'elles conduisent à rechercher si la gangue protoplasmique ne formerait pas à la périphérie de la fibre nerveuse une enveloppe spéciale et distincte des tuniques adventices, conjonctives, etc.

» Rien n'est plus délicat que l'examen de cette question : on ne peut songer à l'observation directe; il faut évidemment recourir aux coupes durcies et colorées. La meilleure technique consiste à faire macérer le nerf durant une semaine dans l'acide chromique à $\frac{2}{1000}$, puis à enlever l'excès d'acide par plusieurs lavages à l'eau distillée; la pièce est ensuite plongée dans l'alcool absolu. On peut alors pratiquer des coupes minces que l'on colore par le carmin ou le picrocarminate : si la préparation a été heureusement exécutée, on voit les fibres nerveuses dessiner des îlots rougeâtres, au centre desquels se distinguent de petits cercles accolés. Ce sont les fibrilles axiles qui apparaissent ainsi sur leur section transversale; autour d'elles s'étend la couche protoplasmique où l'on ne remarque nul

([1]) *Voir* les travaux de MM. Ranvier, S. Mayer, etc.

changement sensible, même si l'on modifie l'éclairage ou la nature du réactif colorant (carmin neutre opposé au carmin ammoniacal, etc.). Parfois cependant j'ai cru distinguer une couche extérieure légèrement ombrée; mais, en admettant que cette zone présente quelque constance, elle serait à peine caractérisée par une minime différence de densité et l'on ne saurait l'assimiler à une gaine de Schwann, comparable à celle que l'on connaît dans le tube à double contour du Vertébré et dont on a si hâtivement doté la fibre nerveuse de certains Mollusques chez lesquels cette enveloppe eût même été doublée par un véritable manchon médullaire. En réalité, cette gaine semble faire ici défaut ou n'être représentée que par une zone protoplasmique légèrement condensée. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les organes sexuels de la* Ciona intestinalis. Note de M. L. **Roule**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« La *Ciona intestinalis* est hermaphrodite, mais les glandes sexuelles sont séparées l'une de l'autre et n'ont entre elles aucun rapport; on ne peut pas dire que les produits sexuels apparaissent à des époques spéciales, car, pendant l'année entière, les glandes et les conduits excréteurs sont gorgés d'œufs ou de spermatozoïdes. Le testicule n'est pas une glande définie; l'ensemble de l'organe mâle est constitué par une réunion d'acini renfermés dans le tissu conjonctif de la paroi intestinale, au milieu d'un riche plexus de capillaires; ces acini occupent toute la courbure décrite par l'intestin dans la cavité générale, depuis l'estomac jusqu'au commencement du rectum. Tout en étant répandus dans la paroi entière des portions de l'intestin où ils existent, les acini sont cependant localisés en plus grand nombre dans une région bien limitée, bourrelet plus ou moins saillant qui proémine dans l'intérieur de la cavité intestinale et de la cavité stomacale. Là où les acini existent, ils augmentent dans des proportions notables l'épaisseur de la paroi intestinale, car ils sont disposés en plusieurs rangées; les spermatozoïdes sortant des acini pénètrent dans des canalicules d'étroit calibre, tapissés par une mince couche épithéliale à cellules larges et plates; ces petits canalicules sont presque tous placés immédiatement au-dessus de la couche épithéliale de l'intestin. Les canalicules de plus grosse taille sont, au contraire, tout à fait externes et superficiels; la majeure partie d'entre eux converge vers la base de l'estomac, où ils se réunissent en un tronc commun, le canal déférent, qui se détache de l'estomac, traverse la cavité générale en accompagnant des vaisseaux stomaco-

ovariens, et, parvenu sur le sommet antérieur de l'ovaire, s'accole intimement à l'oviducte qu'il ne quitte plus jusqu'à leur terminaison commune; les canalicules spermatiques, renfermés dans les parois de la courbure intestinale avoisinant le rectum, se rendent directement à la portion du canal déférent le plus proche d'eux, inséré sur le tube digestif.

» L'ovaire est un organe volumineux, ovoïde, renfermé dans la cavité générale, entre le cœur et l'intestin, terminé en pointe antérieurement; de cette région antérieure part un large conduit à parois minces et transparentes, l'oviducte. L'ovaire est toujours gonflé par la masse des œufs qu'il contient; sa structure est très simple : tapissé extérieurement par la couche endothéliale de la cavité générale, il renferme des travées conjonctives irrégulières limitant de vastes espaces remplis d'œufs à tous les états de développement; ces espaces, en comuniquant entre eux, vont finalement aboutir à l'oviducte. L'oviducte, le canal déférent et le vaisseau branchial supérieur, axe de la circulation splanchno-branchiale, se soudent intimement les uns avec les autres sur le sommet de l'ovaire, traversent la cavité générale, vont s'accoler à l'intestin vers la fin de la courbure qu'il décrit dans la cavité générale, et l'accompagnent jusqu'à sa terminaison; ils s'y insèrent à l'extérieur sur toute la région qui correspond au bourrelet testiculaire interne; les acini testiculaires cessent vers le rectum; mais le bourrelet persiste toujours, correspondant alors à une rainure longitudinale, dans laquelle est logée une partie du vaisseau branchial. L'ensemble formé par l'oviducte, le canal déférent et le vaisseau branchial supérieur exécute autour de l'intestin une torsion d'une demi-circonférence; de telle sorte que cet ensemble, supérieur au tube intestinal vers la fin de la courbure, devient latéral au rectum, et inférieur vers l'anus. Les parois de l'oviducte et du canal déférent ont une structure des plus simples ; une mince couche de tissu conjonctif, dépourvu de toute fibre musculaire, est tapissée en dehors par un épithélium pavimenteux à petites cellules disposées en une couche unique; l'épithélium de l'oviducte est vibratile; celui du canal déférent prend en certains points les caractères d'un véritable endothélium à cellules plates et larges.

» L'oviducte et le canal déférent sont terminés en un même point, dans la cavité cloacale, par une petite dilatation en forme de bec, surmontée par un organe particulier de couleur rouge. Cette dilatation est en grande partie constituée par une augmentation locale et bien limitée du calibre du canal déférent, de telle manière qu'il proémine dans la cavité de l'oviducte au point de la remplir presque entièrement et de ne laisser entre les deux

parois qu'un espace trop étroit pour que les œufs puissent y passer; lorsque cette dilatation du canal déférent disparaît par l'évacuation du sperme qu'elle renfermait, les œufs sortent au dehors par un petit pore pratiqué au sommet libre du bec. Outre cette augmentation locale de volume, la paroi du canal déférent pousse antérieurement un certain nombre (dix à quinze environ) de petites diverticulums juxtaposés, enveloppés dans une gaine commune de tissu conjonctif, dont chacun porte à son sommet une ouverture par laquelle le sperme sort dans la cavité cloacale. Avant l'émission des produits sexuels, la petite dilatation du canal déférent disparaît, à cause de la compression exercée sur elle par les parois de l'oviducte, qui, en ce point seulement, renferment des fibres musculaires; l'oviducte, gorgé d'œufs, se vide alors presque entièrement, tandis que le sperme sort peu à peu en minces filets par les pores terminaux des diverticulums; il semble que les produits sexuels ne sont pas entièrement rejetés en une seule fois. Les parois des diverticulums sont ainsi constituées : leur cavité centrale est tapissée par l'épithélium du canal déférent, à cellules larges et très plates disposées en une couche unique; en dehors, un ensemble de deux ou trois assises de couleur orangé, remplies de granulations qui donnent aux diverticulums leur couleur caractéristique, est immédiatement en contact avec la couche épithéliale; plus en dehors encore, vient le tissu conjonctif, littéralement criblé de capillaires sanguins, tapissé à l'extérieur par l'épithélium de la cavité cloacale. Ces cellules, de couleur orangée, renferment de l'acide urique, des oxalates (probablement oxalate de calcium) et des phosphates; on est donc en droit de les considérer comme des cellules rénales et de décrire leur ensemble comme un rein, dépourvu, il est vrai, de canaux excréteurs, mais dont le fonctionnement peut être pressenti d'après le plexus de capillaires extérieurs et le peu d'épaisseur de la couche épithéliale qui tapisse la cavité centrale des diverticulums : il doit y avoir diffusion à travers cette couche épithéliale très mince.

» Le développement des spermatozoïdes est très difficile à saisir; sur les parois des acini testiculaires naissent par segmentation et croissent des cellules à gros noyau peu apparent, à protoplasma dépourvu de granulations, disposées en plusieurs assises concentriques; dans le protoplasma des plus internes de ces cellules apparaissent un plus ou moins grand nombre de noyaux bien nets, pourvus d'un petit nucléole, qui émigrent vers la périphérie, y forment des hernies qui s'isolent peu à peu et grossissent chacune à part pour constituer le corps décrit par Blomfield et Saba-

tier sous le nom de *polyblaste*. Les cellules, de tailles fort diverses, qui constituent ce polyblaste, renferment un protoplasma légèrement granuleux, dans lequel je n'ai pu distinguer de noyau propre; en général, se sont les plus grosses et les plus externes d'entre elles qui seules forment des spermatozoïdes, mais sans se détacher des autres cellules plus internes, dont le protoplasma s'éclaircit ou tombe en dégénérescence. A la périphérie de celles qui doivent former des spermatozoïdes, il apparaît des espaces clairs et hyalins, dépourvus de noyaux, qui émergent à l'extérieur et s'y déposent en plusieurs rangées ; ces cellules de nouvelle formation sont les *deutospermoblastes*, dont chacun produit un spermatozoïde; le résultat de ce développement est un ensemble de spermatozoïdes dont les têtes sont fixées par un pédicule plus ou moins long sur la cellule qui a produit les deutospermoblastes; après la chute des spermatozoïdes, le protoplasma de cette cellule se remplit de grosses granulations réfringentes. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *De l'œil du Protée.* Note de **M. Desfosses**, présentée par M. Ch. Robin.

« L'œil du Protée est situé sous la peau, à une profondeur de 1^{mm} à 2^{mm}; sur l'animal vivant, il n'apparaît que sous la forme d'une tache pigmentée plus ou moins visible; la peau, à ce niveau, conserve sa structure et son épaisseur normales; comme sur le reste du corps, on y rencontre des glandes à mucus, et même quelques papilles tactiles.

» L'œil est constitué :

» 1° Par une membrane d'enveloppe externe, que l'on peut assimiler à la sclérotique, et qui contient dans son épaisseur quelques noyaux cartilagineux;

» 2° Par la choroïde : cette membrane est formée par une trame celluleuse lâche, contenant des capillaires réduits à une simple couche épithéliale et un certain nombre de corps fibro-plastiques pigmentés; enfin une membrane anhiste limite sa face interne;

» 3° Par la rétine et le nerf optique. La rétine remplit toute la cavité formée par ces membranes, qui constituent un sac complet, n'ayant qu'un orifice au pôle postérieur de l'œil pour le passage du nerf optique; elle reste durant toute la vie de l'animal à l'état embryonnaire de vésicule oculaire secondaire, et est ainsi constituée par deux feuillets : le postérieur forme l'épithélium rétinien; l'antérieur ou feuillet réfléchi donne toutes les autres couches de la rétine. Ces couches sont de dehors en dedans :

1° l'épithélium pigmenté rétinien, 2° la granulée externe (couche de Jacobson), 3° la *granuleuse externe,* 4° la granulée interne, 5° la *granuleuse interne,* 6° les cellules ganglionnaires, 7° les fibres nerveuses.

» 1° L'épithélium pigmenté rétinien est formé d'un seul rang de cellules, offrant un degré de pigmentation d'autant plus prononcé qu'elles sont plus rapprochées de l'entrée du nerf optique, et dépourvues de prolongements protoplasmiques analogues à ceux des autres Vertébrés; au pôle antérieur de l'œil, elles deviennent plus serrées, s'allongent, et se continuent avec les cellules du feuillet réfléchi.

» 2° La granulée externe (couche de Jacobson) est formée de deux ou trois rangs de cellules. La couche externe de ces cellules offre seule des caractères particuliers, en ce sens que chacune de ces cellules est coiffée d'un petit corps hyalin représentant un bâtonnet rudimentaire; ce bâtonnet a quelquefois une longueur égale à celle de la cellule qui lui sert de base d'implantation, mais généralement égale à peine au tiers ou au quart; nulle part, dans cette couche, on ne voit trace de limitante externe.

» Les autres couches de la rétine, comme développement et comme morphologie, représentent la rétine de larves d'axolotls, au moment où elles se débarrassent de leur enveloppe d'albumen et deviennent libres; de même que chez ces dernières, les diverses couches sont distinctes, mais les éléments qui les constituent n'ont pas subi un degré de développement suffisant pour qu'on puisse les différencier.

» A la région antérieure de l'œil, les trois couches d'éléments cellulaires se confondent, au point où cessent les deux couches granuleuses ou plexiformes; un peu en avant de cet endroit, deux échancrures, l'une profonde, interne, l'autre moins apparente, externe, étranglent la rétine, qui n'est plus constituée que par une bande formée de deux ou trois rangs de cellules ovoïdes, qui se continuent avec les éléments du feuillet postérieur de la vésicule oculaire; c'est là le seul vestige de la région ciliaire de la rétine.

» Les fibres nerveuses qui tapissent la face interne de la vésicule oculaire secondaire se réunissent en un faisceau unique qui perfore toutes les couches de la rétine, la choroïde et la sclérotique, et continue son trajet entouré d'une gaine que lui fournit cette dernière membrane.

» Comme on le voit, l'œil du Protée ne possède ni cristallin ni aucun des organes qui servent à la réfraction; malgré l'absence du cristallin et du corps vitré, on observe l'invagination complète de la vésicule oculaire secondaire; ce fait et beaucoup d'autres prouvent une fois de plus l'ina-

nité des théories qui invoquent l'effet d'une action mécanique pour expliquer le développement et la forme des organes ; il est bien plus rationnel d'admettre, avec Kölliker, que les diverses évolutions embryogéniques sont la conséquence d'un développement inégal des éléments qui constituent ces divers organes.

» Au point de vue morphologique, l'œil du Protée ne peut être comparé à celui d'aucun Vertébré; en effet, chez aucun autre animal de cette classe nous ne trouvons d'exemple d'un développement rétinien, sans qu'il y ait apport du feuillet externe pour l'évolution du cristallin. Cette particularité de structure pourrait être rapprochée, au point de vue pathologique, des monstruosités telles qu'on les a déjà observées, dans les cas d'absence congénitale du cristallin; il serait aussi intéressant d'étudier les poissons aveugles des lacs souterrains, qui, bien que considérés comme absolument dépourvus de toute évolution oculaire, mériteraient néanmoins d'être observés de nouveau à cet égard. »

BOTANIQUE. — *Nouvel exemple de générations alternantes; Œcidium de la Renoncule rampante* [OEc. Ranunculacearum (pro parte)] *et Puccinie des roseaux* (Puccinia arundinacea Dc.); Note de M. **Max. Cornu.**

« Les roseaux (*Arundo Phragmites*) sont généralement attaqués par une Puccinie (*Puccinia arundinacea* Tul.); cette rouille ressemble à celle des *Carex;* la disposition des pulvinules est analogue, l'*Uredo* y est de même de couleur foncée; on les avait confondues sous un même nom ; cette dernière espèce est cependant fort différente ([1]).

Les roseaux présentent encore fréquemment sur leurs tiges deux autres Puccinies. Le *P. Magnusiana* Kornicke et le *P. graminis* de Bary. Le premier offre des pulvinules plus saillants, formés par des téleutospores plus longuement pédicellées que dans le *P. arundinacea;* l'*Uredo* est d'ailleurs de couleur orangée. Il détermine, d'après le Dr Magnus, sur les *Rumex,* l'*Œcidium rubellum* Gmel.; l'*Œcidium* et la Puccinie paraissent rares dans nos environs; je ne les ai jamais observés vivants.

» Le *P. graminis,* qu'on ne peut confondre avec les deux autres espèces,

---

([1]) J'ai vérifié, à plusieurs reprises, que cette Puccinie des *Carex,* la plus commune [*P. Caricis* (Schum.)], produit, par une alternance, l'*OEcidium Urticæ* sur les Orties, comme M. le Dr Magnus l'a montré; c'était pour moi un premier point à bien vérifier. (Voir *Comptes rendus,* 1880, t. XCI, p. 98. — *Société botanique de France,* p. 179 et 209.)

forme de longues lignes noires; l'*Uredo* peut se semer de proche en proche sur nombre d'autres graminées et atteindre de cette manière, ou bien encore directemeut, les céréales, qu'il peut ainsi attaquer en l'absence de tout pied de *Berberis;* ainsi s'explique aisément comment les praticiens peuvent dire que les terrains marécageux *engendrent la rouille*.

» Des spores de *P. arundinacea* furent, à diverses reprises, disposées de manière à germer, dans une petite serre que j'ai fait construire en vue d'expériences de ce genre, et je plaçai, dans le voisinage, des plantes diverses, notamment plusieurs pieds de *Lonicera*.

» Ces spores germèrent irrégulièrement; les feuilles sont souvent envahies par le *Pleospora herbarum* et le *Penicillium glaucum*. L'expérience fut tentée plusieurs fois et avec un nombre assez considérable de pulvinules sans succès pour le *Lonicera;* un pied de *Ranunculus repens,* par contre, montra trois sores œcidiens; il n'avait qu'un très petit nombre de feuilles; deux pétioles et l'un des limbes furent attaqués; ceci fut obtenu la première fois au mois de novembre 1875, il y a près de sept ans.

» J'essayai de répéter l'expérience sur un bon nombre de *R. repens*. La plante se cultive et se multiplie très aisément.

» J'ai plusieurs fois, depuis, réussi à obtenir la production de l'*OEcidium*, mais toujours dans des conditions analogues, c'est-à-dire dans une saison tardive, en octobre ou en novembre, jamais en mai ou juin, époque à laquelle on rencontre d'ordinaire l'*OEcidium* de la Renoncule rampante, jamais un petit nombre de semaines après le début de l'expérience.

» Je n'ai pu obtenir à point nommé la germination de la Puccinie pour pouvoir contaminer directement la Renoncule, comme on le fait aisément avec les espèces à germination facile; c'est la raison pour laquelle j'ai gardé le silence jusqu'à ce jour; toutefois j'ai indiqué, dans un passage du *Bulletin de la Soc. Botanique,* il y a trois ans, que j'étais en possession de ce fait [1].

» La preuve aurait pu en être donnée, dira-t-on, par le semis direct de l'*OEcidium*; mais l'*OEc.* du *Ranunculus repens* n'est ni commun ni très abondant; en général, il se présente en sores isolés *à la face inférieure* des feuilles

---

[1] En présentant des échantillons nombreux de l'*OEc. Ranunculacearum* Dc. : « Quelques expériences m'ont paru indiquer que cette urédinée possède une téleutospore différente de celle qui est mentionnée, et je me réserve de revenir ultérieurement sur ce point, fort difficile à élucider... »

Wünsche indiquait l'*OEcidium* des *Rumex* comme une forme du *P. arundinacea* (*Die Pilze*, Leipsig, 1877, p. 27).

d'une plante rampante, conditions défavorables à la récolte. Dans d'autres espèces, sur les *Rhamnus*, les Orties, les *Berberis*, les *Anchusa*, etc., l'*Œcidium* se rencontre en abondance, parce que les plantes sont rameuses, dressées, qu'elles vivent en groupes ou produisent des rejets. La récolte des roseaux, générale dans nos environs, fait disparaître les ensemencements des téleutospores. Les *Œcidium* sont donc rares. Le mycélium de la Puccinie est pérennant; la contamination des pieds groupés, grâce à l'*Uredo*, perpétue la Puccinie des roseaux, malgré la rareté des *Œcidium*.

» Enfin l'*Arundo phragmites*, sur lequel le semis doit être fait, se cultive avec difficulté, comme toutes les plantes aquatiques; les caryopses sont très rares; les inflorescences sont en général stériles et les pieds obtenus par germination sont filiformes. On ne peut recueillir dans la nature des pieds sûrement indemnes pour les raisons exposées plus haut. Il y a là un ensemble de conditions défavorables, qui, isolément, sont peu de chose, mais qui, groupées, constituent de très grands obstacles.

» Le *P. arundinacea* est-il exclusivement spécial à l'*Arundo Phragmites* sous notre climat ([1])?

» Attentif à la recherche de l'*Œcidium* des *R. repens*, je l'ai rencontré à plusieurs reprises dans les haies, assez loin des cours d'eau; cela pourrait faire supposer, dans l'hypothèse où cet *Œcidium* serait toujours le même, que la Puccinie existe sur d'autres Graminées, ce qui n'a pas été signalé encore : il ne faut point oublier, d'ailleurs, qu'on transporte souvent les roseaux à de grandes distances et que la diffusion des téleutospores peut être due à la main de l'homme.

» En explorant avec soin les localités soumises à l'ensemencement possible du *P. arundinacea*, j'ai observé, non loin de Gisors, une localité remarquable par le nombre des Renonculacées qui s'y trouvent réunies. J'ai constaté à deux reprises que, tandis que le *R. repens* était attaqué avec une grande abondance, les *R. bulbosus, acer* et *sceleratus*, tous voisins du précédent, ne portaient point d'*Œcidium*. Le *R. flammula* en partie émergé n'était point attaqué non plus; les *Œcidium* de ces espèces sont donc différents de celui du *R. repens*.

» L'*Uromyces graminum* Cooke (*U. dactylidis* Otth.) détermine un *Œcidium* sur les *R. acer*, *bulbosus* et *repens*; l'*U. Poæ* n'est qu'une forme de

([1]) Les Clématites présentent parfois un très bel *Œcidium*; j'ai rencontré plusieurs fois cette espèce, dans le Midi, en relation avec une Urédinée à *Uredo* foncé qui croît sur un *Agropyrum*; je n'ai pu recueillir des matériaux suffisants pour déterminer l'espèce.

l'*OEc. Ficaria* (¹); d'autres Renonculacées présentent également des *OEcidium* considérés comme distincts : ce sont les *Aquilegia vulgaris*, *Actæa spicata*, *Aconitum Napellus*, *Hepatica triloba*; les trois dernières plantes sont extrêmement rares dans notre région; je ne puis rien dire au sujet de ces derniers *OEcidium* que je n'ai point recueillis; mais tout cela montre que la question des générations alternantes est des plus délicates, et que les premières expériences, qui paraissaient si aléatoires, ont porté sur des cas relativement simples.

» Ces études sont de celles qui réclament impérieusement, on le voit, des plantes vivantes variées, réunies et cultivées en collections riches et abondamment pourvues, comme celles qu'on trouve uniquement dans les établissements de l'Etat; en dehors de ces conditions, les expériences sont presque impossibles. »

BOTANIQUE. — *Sur la maladie des Safrans nommée la* Mort. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« La culture du Safran est exposée à deux maladies redoutables que l'on nomme, dans le Gâtinais, la *Mort* et le *Tacon*. L'une et l'autre attaquent et détruisent les oignons du Safran, mais elles ont des caractères très différents.

» La Mort du Safran a été étudiée, il y a plus d'un siècle et demi, par Duhamel du Monceau, avec une sûreté et une exactitude admirables. Frappé du caractère contagieux du mal qui, de proche en proche, gagne les oignons sains plantés au voisinage de ceux qui sont atteints, Duhamel en rechercha la cause; il reconnut que les Safrans attaqués ont leurs tuniques couvertes de filaments violets ou bruns et qu'en outre on trouve, soit à leur surface, soit autour d'eux, dans le sol, des corps charnus, veloutés, d'un rouge brun, d'où partent des filets de même couleur et de même nature, qui les relient entre eux et avec les oignons malades; ces filets, en s'allongeant en terre, vont gagner les oignons sains, pénètrent leur robe d'un tissu violet et forment à leur surface des corps tubéroïdes. Duhamel n'hésita pas à considérer les corps tubéroïdes comme une plante parasite, comparable à une Truffe, qui vit aux dépens des oignons du Safran et en tire sa nourriture par le moyen de ses filets, qu'il regarde comme ses racines.

(¹) *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora* (Winter), p. 268.
(²) *Ibid.*, p. 161.

» Depuis que le perfectionnement des instruments d'observation a permis de pénétrer plus loin qu'on ne pouvait le faire autrefois dans l'étude de la structure des plantes, et que l'on a étudié en détail l'organisation des Champignons parasites, la Mort des Safrans a été encore l'objet des investigations d'un savant éminent, M. L.-R. Tulasne. Il a précisé et rectifié les observations de Duhamel touchant les corps tubéroïdes, en montrant qu'ils ne sont vraiment pas comparables à des Truffes, c'est-à-dire à des organismes complets et munis d'organes reproducteurs, mais bien à des sclérotes. Ce sont des tubercules charnus du Champignon parasite dont on ne connaît avec certitude que les organes de végétation. M. Tulasne l'a nommé *Rhizoctonia violacea*.

» Quant à la façon dont ce Champignon cause la mort des Safrans, M. Tulasne, tout en signalant des particularités fort curieuses, n'a pu parvenir à établir une notion bien nette du phénomène. D'après ses observations, les filaments de mycélium du Champignon destructeur ne pénètrent pas dans le corps du bulbe; la désorganisation que cause le Rhizoctone n'a pas lieu à son profit; il forme seulement, sur la surface interne de la robe de l'oignon, de petits corps charnus qui ressemblent à des périthèces de Sphérie; ils naissent précisément en face de très petites dépressions du bulbe, au fond desquelles sont les stomates. Chacun de ces corps s'enfonce dans la profondeur conique placée vis-à-vis de lui, se moule sur ses parois et la remplit si bien qu'il doit s'opposer aux fonctions du stomate qui en occupe le fond. La mort de l'oignon et sa désorganisation seraient la conséquence de l'obstacle mis par le Champignon « tant à l'exhalation des » sucs aqueux contenus dans les tissus qu'à l'introduction de l'air nécessaire » à la vie ». Le Rhizoctone ne se nourrirait donc pas, comme le croyait Duhamel, aux dépens des matières accumulées dans le bulbe de Safran envahi par la Mort.

» Grâce à des échantillons d'oignons attaqués, que j'ai recueillis au commencement de juin, dans les environs de Pithiviers, je puis apporter sur cette obscure question des observations nouvelles qui ne laissent subsister à mes yeux aucun doute sur le véritable parasitisme du Rhizoctone et sur la façon dont il tire sa nourriture de la substance même du bulbe dont la robe se montre couverte et pénétrée de ses filaments violets.

» Le mycélium du Rhizoctone, blanc d'abord, puis violet et brun pourpré, présente deux formes. Le plus souvent, il est composé de tubes cylindriques, d'un diamètre bien égal, cloisonné de distance en distance. C'est l'organisation qu'il présente au milieu des tuniques et aussi dans ces filets

qui s'étendent dans le sol en partant de la surface des oignons attaqués; mais là, en certaines places, et aussi à la surface des oignons, ces tubes cylindriques produisent des rameaux qui ont un autre caractère ; non seulement ils sont plus larges, mais leurs articles se renflent de telle façon qu'ils ont l'aspect d'une file de cellules ovoïdes. Ce sont ces rameaux qui, en s'entremêlant, se pelotonnant et se soudant les uns avec les autres, produisent les corps tubéroïdes veloutés, d'un rouge foncé à l'extérieur, gris ardoisé à l'intérieur, qui sont les gros sclérotes. Mais les filaments tubuleux qui courent sur les tuniques peuvent aussi se nouer et se pelotonner pour former de petits sclérotes qui sont fort différents des précédents : ils sont noirs et lisses. Il y en a de plus petits les uns que les autres, mais les plus gros n'atteignent pas un demi-millimètre de diamètre. C'est à ces petits sclérotes qu'il convient de rapporter les corps en forme de périthèces de Sphérie observés par M. Tulasne. Je les ai examinés à l'état très jeune à la surface interne de la robe, quand ils sont blanchâtres encore comme les filaments qui les entourent, et qu'ils se développent dans la petite dépression de la surface du bulbe, au fond de laquelle est un stomate, sans avoir contracté encore la moindre adhérence avec le corps même de l'oignon, qui est d'un blanc pur et brillant. La description de M. Tulasne est alors absolument exacte.

» Plus tard, on voit apparaître à la surface du bulbe des taches d'un jaune clair et mat : c'est le commencement de l'altération, qui va faire de rapides progrès et transformer le corps de l'oignon en une sorte de bouillie. Toujours, alors, j'ai vu en quelque point une adhérence établie entre les petits mamelons du parasite et la surface du bulbe. Des coupes fines, faites sur ces points et traitées ensuite avec précaution par la potasse, m'ont permis de reconnaître avec certitude la pénétration dans le bulbe des filaments qui convergent au sommet du petit corps encore blanchâtre, mais qui bientôt va brunir et prendre l'aspect d'un périthèce de Sphérie. Les premiers filaments pénètrent par l'ouverture du stomate ; mais bientôt l'épiderme du bulbe est altéré; les parois latérales de ces cellules sont résorbées ; sa paroi extérieure jaunie est déchirée et laisse pénétrer une gerbe de filaments souvent fourchus ou digités à l'extrémité, qui s'allongent entre les cellules du corps du bulbe.

» La désorganisation du tissu de l'oignon est rapide. Dans les cellules épidermiques se glissent au loin de très minces filaments portant avec eux la destruction : les parois latérales disparaissent ; la pellicule extérieure décollée recouvre une masse qui s'amollit et devient pulpeuse ; les cellules du

parenchyme, entre lesquelles s'allongent les filaments, se décollent et se séparent les unes des autres sans conserver la moindre adhérence; à leur intérieur, la fécule se résorbe progressivement et se change en matière jaune, puis tous les phénomènes observés par Duhamel se produisent.

» Les filaments du Champignon sont difficiles à suivre au milieu de la masse pultacée qu'ils produisent; ils restent toujours incolores, ont des parois minces et molles, à l'intérieur desquelles on voit un contenu jaunâtre très réfringent et souvent granuleux. Ils rappellent assez l'aspect des tubes de mycélium qui se forment sur les tuniques quand ils sont encore très jeunes, mais ils ont un diamètre un peu plus petit. »

BOTANIQUE. — *Sur les pétioles des Alethopteris.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« Les *Alethopteris* (Sternberg) forment un genre de la famille des Névroptéridées, fort répandu dans les terrains houiller moyen et houiller supérieur, assez bien limité et nombreux en espèces.

» Sous le nom de *Medullosa elegans,* Cotta (1) a donné une description sommaire de tiges ou de pétioles qui ont attiré l'attention et les recherches de nombreux paléontologistes. Brongniart (2) s'en est occupé et s'était proposé de les décrire sous le nom de *Myeloxylon,* leur trouvant une disposition générale de tissus analogue à celle des Monocotylédones, entre autres des *Dracæna.* Gœppert (3) en fait un *prototype* réunissant les caractères de l'organisation des Fougères au centre, des Monocotylédones et des Dicotylédones gymnospermes à la périphérie.

» En 1875 (4), j'ai repris l'étude de ces curieux fossiles et, avec l'assentiment de mon vénéré maître Brongniart, j'ai modifié le nom de *Myeloxylon,* créé par lui, en appelant *Myelopteris* ces portions de pétioles que j'ai démontrées être des rachis de Fougères, faisant partie de la famille des Marattiées, dont le cadre se trouvait ainsi de beaucoup agrandi.

» Vers la même époque, M. Grand'Eury (5), grâce à de nombreux échan-

---

(1) *Die Dendrolithen,* Dresden und Leipzig; 1832.

(2) *Tableau des genres de végétaux fossiles;* 1849.

(3) *Die fossile Flora der permischen Formation;* 1864-1865.

(4) *Etude du genre Myelopteris* (*Mémoire des savants étrangers à l'Académie,* t. XXII; 1875).

(5) *Flore carbonifère du département de la Loire;* 1877.

tillons rencontrés soit à l'état d'empreinte, soit à l'état silicifié, est arrivé, d'une manière indépendante, à la même conclusion.

» Tout récemment M. Schenck, professeur de Botanique à l'Université de Leipzig, après une étude attentive des échantillons de *Medullosa elegans* recueillis à Schemnitz, a émis l'opinion (1) que ce sont des pétioles de frondes de Cycadées, comparables à ceux de l'*Encephalarctos cycadæfolius*, ou du *Zamia Ghellenkii*.

» Je dois donc revenir sur cette question, qui ne paraît pas épuisée.

» D'abord, en comparant les dimensions des frondes (connues jusqu'ici) de Cycadées houillères, telles que les *Noeggerathia*, les *Pterophyllum*, les *Sphenozamites*, qui ne dépassent pas $0^m,15$ à $0^m,20$ en *longueur*, avec certains fragments de *Myelopteris Landriotii* que j'ai rapportés d'Autun, et dont la section *transversale* atteint $0^m,12$ à $0^m,15$ de diamètre, on éprouve une hésitation bien naturelle à reconnaître, dans ces gigantesques bases de frondes, des pétioles de feuilles de Cycadées, surtout de Cycadées houillères, bien inférieures, d'après tout ce que l'on sait, aux Cycadées actuelles.

» De plus j'ai étudié la structure des *Myelopteris* et, en particulier, celle du *M. Landriotii* sur des échantillons complets, variant entre $0^m,15$ et $0^m,004$ de diamètre. La structure générale est restée invariable, sauf les modifications amenées par la réduction même de la section, telles que diminution dans le nombre des faisceaux vasculaires isolés, courant dans le tissu parenchymateux qui forme la masse du pétiole, et des îlots de bandes hypodermiques disposés à la périphérie ou dispersés à l'intérieur.

» J'ai obtenu des préparations intéressant l'extrémité des pennes, et dont le rachis, réduit à $0^m,015$ et $0^m,001$, portait encore *attachées* des pinnules de Fougère!

» Sur des coupes dirigées parallèlement au plan de la fronde, ces pinnules, dans un bon état de conservation, ont permis de reconnaître en outre les formes caractéristiques et la nervation des *Alethopteris* et, en particulier, celles de deux espèces fréquentes dans le terrain houiller de Rive-de-Giers, les *Alethopteris aquilina* et *Alethopteris Grandini*.

» A l'extrémité des pennes, les rachis d'ordre inférieur n'offrent plus, en général, que cinq faisceaux vasculaires, *isolés* comme dans les pétioles, disposés non plus suivant une circonférence, mais en fer à cheval; les deux supérieurs seulement alimentent les cordons qui forment les nervures des pinnules.

(1) *Engler's botanische Jahrbücher*, III Band, 2 Heft; 1842. Leipzig.

» Sur la face externe des faisceaux du rachis, on remarque parfois cette lacune si apparente dans les faisceaux des pétioles et que j'ai décrite comme indiquant la présence de cellules ou de canaux gommeux, mais qui ne serait, d'après mes dernières recherches, que les traces de cellules ou de tubes criblés, *presque toujours* détruits dans les échantillons silicifiés ou carbonatés fossiles.

» Les éléments mécaniques sont, dans cette partie de la fronde, relégués en grande partie immédiatement au-dessous de la gouttière longitudinale, que l'on voit à la partie supérieure de la plupart des Fougères.

» En 1877 (¹), j'ai annoncé la découverte de trois pinnules de *Nevropteris* encore attachées à un rachis offrant la structure des *Myelopteris*.

» Ce *Nevropteris* est le *Nevropteris Loshii*. On peut donc regarder comme démontré que les pétioles désignés successivement sous les noms de *Medullosa elegans*, Cotta; *Myeloxylon*, Brongniart; *Stenzelia*, Goeppert; *Myelopteris*, Renault, sont les supports des frondes des *Alethopteris*, des *Nevropteris* et très vraisemblablement des *Odontopteris*.

Je décrirai dans une autre Note et en détail la structure du faisceau vasculaire des *Alethopteris* et leurs fructifications, jusqu'ici inconnues. »

GÉOLOGIE. — *Sur le carbonifère marin de la haute Alsace. Découverte de ses relations avec le culm ou carbonifère à plantes.* Note de MM. **Bleicher** et **M. Mieg**, présentée par M. Hébert.

« Dans une première Note, en date du 13 février 1882, nous annoncions la découverte à Oberburbach (haute Alsace), sur le chemin qui mène de ce village à Massevaux, d'un riche gisement de fossiles carbonifères marins appartenant à l'horizon de Visé (Belgique), sans pouvoir indiquer ses relations avec le carbonifère à plantes ou *culm* de Niederburbach, illustré par les travaux de Schimper et Koechlin-Schlumberger. Nous ignorions, à l'époque où cette Note fut publiée, que ce gisement avait été découvert, il y a quelques années, par M. Keller, ingénieur des mines, qui en avait reconnu l'âge à l'aide de quelques fossiles peu déterminables. C'est donc à lui que revient l'honneur de cette découverte, et nous sommes heureux de lui rendre ici justice. Ces premières recherches, suivies de celles de M. Winckel, manufacturier à Niederburbach, nous ont amenés à étudier à nouveau le vallon qui s'ouvre derrière ce village et à y reconnaître, avec le

(¹) Congrès scientifique de France, 42e session.

concours de cet amateur zélé d'histoire naturelle, de nouveaux gisements fossilifères du même terrain, plus importants que le premier, car ils établissent d'une manière définitive les relations de la faune carbonifère marine avec la flore du culm.

» Il en est un surtout qui mérite une description spéciale, car la coupe qu'on peut y relever est complète, et les fossiles animaux et végétaux y sont abondants et caractéristiques.

» C'est à environ 720^{m} d'altitude, sur le chemin qui mène au Rossberg, en passant devant la ferme dite Puttig (ou la Boutique), à quelques centaines de mètres en aval de cette ferme, que se trouve ce nouveau gisement fossilifère. Le chemin, récemment élargi et décapé, nous a donné, entre le commencement d'une montée assez raide et le porphyre rouge du Rothhütel, la coupe détaillée suivante, dans laquelle nous faisons abstraction des couches qui affleurent au-dessous du chemin, dans lesquelles on peut reconnaître une alternance de grauwacke et de mélaphyres qui se développe sur 55^{m} de hauteur, jusqu'au fond du ravin.

» A droite du chemin, dans un talus raide, affleurent :

» 1° Des schistes argileux noirs grisâtres, se délitant plus ou moins irrégulièrement, noduleux et ferrugineux par place, métamorphiques et siliceux à la base, où ils passent au hornstein. Leur orientation est à peu près N. 20° O. à S. 20° E., et leur plongement est environ de 15° vers S. On y rencontre abondamment des empreintes d'articles d'Encrines, et des Brachiopodes de petite taille, dont le plus abondant et le plus caractéristique est un Chonetes, voisin de *Ch. Buchiana*, Kon.; des Productus épineux, des Spirifera, des Athyris non encore déterminés les accompagnent. Les Bivalves y sont également assez communs; ce sont des Nucules, Aviculopecten, Pecten, Cypricardes de petite taille, mais déterminables. Les Gastéropodes sont représentés par les Euomphales, Pleurotomaires, Natices, etc.; les Crustacés par des débris de Phillipsia, des carapaces de Cypridines. Il est probable, enfin, qu'il y existe aussi des débris de poissons, et dans certaines empreintes on peut reconnaître des traces de plantes. Ces schistes, qui se développent sur une épaisseur de 14^{m}, ne sont pas partout également riches en fossiles; ceux-ci paraissent être répartis dans certains bancs minces intercalés au milieu de la masse schisteuse;

» 2° Un schiste fissile violacé, très fissuré, peu fossilifère;

» 3° Une brèche lie de vin, cimentée et traversée par de nombreuses veinules de quartz; on y trouve des traces de plantes. Ces deux couches ont une épaisseur d'environ 17^{m};

» 4° Des schistes siliceux ferrugineux compactes avec *Spirifera* et *Phillipsia* à l'état de moules; épaisseur, 0^{m},40;

» 5° Une brèche ferrugineuse, couleur lie de vin, avec intrusions quartzeuses;

» 6° Une argilolithe violacée, passant au porphyre, et contenant des cristaux de feldspath. Ces deux couches réunies ont une épaisseur de 8^{m};

» 7°, 8° et 9° Des couches de grauwacke plus ou moins métamorphique, brun olive ou verdâtre, pétrosiliceuse par place;

» 10° Un grès brunâtre peu métamorphique ;

» 11° Un grès sableux jaunâtre, avec traces de plantes;

» 12° Un grès sableux jaunâtre, où se trouvent les plantes du culm, associées à de rares représentants de la faune marine : *Spirifera?* Jusqu'ici nous n'avons pu y déterminer que deux espèces, des plus caractéristiques : *Sagenaria Weltheimiana*, Sternb.; *Cyclopteris Collombiana*, Schimp., à l'état d'empreintes bien conservées. D'autres espèces paraissent y exister d'après quelques échantillons que nous possédons, et il est à espérer que de nouvelles recherches nous livreront la série complète des plantes de Thann et de Burbach;

» 13° Une argilolithe, lie de vin, traversée par des filons capillaires de quartz, passant en certains points à l'argilophyre. L'ensemble des couches 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 13 atteint environ 7^{m}.

» Le porphyre rouge compacte du Rothhütel recouvre en contact direct, visible sur une certaine distance le long du chemin, toute cette série. »

» D'autres localités fossilifères appartenant au même terrain existent dans les environs de ce gisement.

» En amont de la ferme Puttig, à peu de distance de celle-ci, M. Winckel nous a montré une grotte d'un effet extrêmement pittoresque, sur les parois de laquelle affleuraient les schistes n° 1 de la coupe précédente, complètement métamorphiques et passant au hornstein, mais conservant néanmoins leurs fossiles à l'état de moules. C'est sur les parois de cette grotte que se trouvent les seuls Polypiers que nous avons pu constater dans le carbonifère marin de ces régions.

» Les nouvelles recherches qui font l'objet de cette Note ont donc pour résultat d'établir d'une manière définitive la place de la flore du culm dans la série des terrains carbonifères.

» Cette flore serait postérieure au carbonifère marin. Il y aurait eu cependant une flore contemporaine de celui-ci, car les couches 1 et 4 nous ont donné des traces de plantes.

» Certaines espèces appartenant à la faune carbonifère marine ont coexisté avec la flore du culm.

» Il reste à déterminer le niveau exact de la faune marine nouvellement découverte dans les couches 1 et 4. Ce niveau doit être différent de celui du premier gisement qui a fait l'objet de la Note du 13 février, et qui ne se trouve guère qu'à 800^{m} à 900^{m} à vol d'oiseau du point où nous avons pris la coupe ci-dessus, mais sur le flanc opposé de la vallée. Ici, en effet, il n'existe ni *Conocardium*, ni *Productus giganteus*, ni *P. Cora*.

» L'âge des Mélaphyres d'Oberburbach, inférieurs à la série fossilifère du carbonifère marin, celui du porphyre rouge du Rothhütel immédia-

tement superposé à la grauwacke à plantes du culm, se trouve donc définitivement fixé. »

M. Em. Delaurier adresse une Note intitulée : « Expériences relatives à l'action des électro-aimants et des courants électriques sur l'acier trempé ».

M. Machay adresse un Mémoire « Sur les unités électriques ».

La séance est levée à 5 heures.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juin 1882.

Le microphone, le radiophone et le phonographe; par le comte Th. du Moncel. Paris, Hachette et Cie, 1882; in-12.

Revues scientifiques publiées par le Journal « la République française » sous la direction de M. P. Bert; 4e année. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Synthèse des minéraux et des roches; par F. Fouqué et Michel Lévy. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Les splendeurs de la foi; par M. l'abbé Moigno; t. V. *Le miracle au tribunal de la Science.* Paris, Blériot frères, 1882; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Exposition universelle internationale de 1878, à Paris. Rapports du jury international. Groupe II, classe 16. Les Cartes et les appareils de Géographie et de Cosmographie, etc.; par M. A. Grandidier. Paris, Imp. nationale, 1882; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; vol. II de la 6e série, 1881. Nantes, imp. Ve C. Mellinet, 1882; in-8°.

Mémoires de Météorologie dynamique. Exposé des résultats de la discussion de Cartes du temps des États-Unis, ainsi que d'autres documents; par Elias Loomis, traduit de l'anglais par M. H. Brocard. Paris, au bureau du Journal *les Mondes* et chez Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Annales de la Société de Médecine de Saint-Étienne et de la Loire. Comptes rendus de ses travaux; t. VIII, 1re Partie, imp. Pichon, 1882; in-8°.

Du vaccin de génisse. Étude comparative du vaccin animal et du vaccin humain; par le Dr Ciaudo. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1882; in-8°.

Récit de mon empoisonnement avec de l'apomorphine employée en injection hypodermique; par G. Pécholier. Montpellier, typog. Boehm, 1882; br. in-8°.

Regno d'Italia. Ministero dei Lavori pubblici. Cenni monografici sui singoli servizi dipendenti dal Ministero dei Lavori pubblici per gli anni 1878-1879-1880, *etc.* Roma, tipog. E. Botta, 1881; in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 juin 1882.

Ministère des Finances. Direction générale de la comptabilité publique. Rapport à M. le Président de la République concernant le compte de liquidation (2e partie) *et le budget des dépenses sur ressources extraordinaires à l'époque du* 31 *décembre* 1881. Paris, Imp. nationale, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Muséum d'Histoire naturelle. Rapports annuels de MM. les Professeurs et chefs de service, 1881. Paris, imp. P. Dupont, 1882; in-8°.

Les occultations des étoiles par la Lune. Prédiction du phénomène et détermination de la longitude; par MM. F.-C. Beuf et E. Perrin. Paris, Berger-Levrault, 1882; in-8°.

Vallées ariégeoises avant l'invasion romaine; par A. Garrigou. Foix, typog. Ve Pomiès, 1882; in-8°.

De la détermination histologique des feuilles médicinales; par A. Lemaire. Paris, F. Savy, 1882; grand in-8°.

T. Husnot. *Musci Galliæ. Herbier des mousses de France;* fascicule XIV, nos 651-700. Cahan, par Athis (Orne), 1882; in-4° cartonné.

Le monde physique; par A. Guillemin; t. III: *Le magnétisme et l'électricité,* 12e série, liv. 109 à 118. Paris, Hachette et Cie, 1882; in-8°.

Notice sur le congrès des géographes allemands à Halle (12-14 *avril* 1882); *par* A. de Tillo. Paris, Reinwald, 1882; br. in-8°.

Report of the fifty-first meeting of the British Association for the advancement of Science; held at York in august and september 1881. London, J. Murray, 1882; in-8° relié.

Engineer department U. S. Army. Report upon United States geographical Surveys West of the one hundredth meridian, etc.; vol. VII: *Archeology.* Washington, government printing Office, 1879; in-4° relié.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1876, *at*

the United States naval Observatory, *Rear admiral* C.-H. DAVIS; in two Parts : Part. I. Washington, government printing Office, 1880; in-4° relié.

ERRATA.

(Séance du 3 avril 1882.)

Page 941, ligne 9 en remontant, *supprimer les mots* passant par les points d'intersection des deux coniques.

(Séance du 19 juin 1882.)

Page 1650, ligne 19, dernier dénominateur, *au lieu de r, lisez* r^2.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-QUATORZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1882.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCIV.

A

B

C

Voir aussi *Chimie animale*, *Chimie végétale* et *Fermentations*.

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

E

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
7490 Paris. — Quai des Augustins, 55.